

**Propuesta de un modelo conceptual de producción en una *mipyme* metalmecánica  
mediante la gestión de los procesos dentro de la cadena de valor**

Jorge Eliecer Carmona Zuleta

Jordy Palacios Beltrán

Gina Paola Soto Mejía

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa de Ingeniería Industrial  
Bogotá D.C.

2020

**Propuesta de un modelo conceptual de producción en una *mipyme* metalmecánica  
mediante la gestión de los procesos dentro de la cadena de valor**

Jorge Eliecer Carmona Zuleta

Jordy Palacios Beltrán

Gina Paola Soto Mejía

Director

Manuel Guillermo Hoyos Trujillo

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería Industrial

Bogotá D.C.

2020

## **Dedicatoria**

A DIOS.

Quien ha sido mi guía y apoyo en todas las circunstancias de mi vida, tanto buenas como malas, me ha llenado de valor para afrontar todos esos retos y dificultades que se presentan en mi vida, me ha llenado de perseverancia para seguir, crecer, ya que sin su voluntad nada de esto sería posible.

A mi Familia.

Quienes con su apoyo incondicional, sus mejores sensaciones, el tener su compañía es lo más valioso de esto ya que este logro no es solo personal, si no va dedicado a cada uno de ellos que de alguna manera me han ayudado a afrontar este reto y nunca desistir.

A mis compañeros.

Agradecerles porque de cada uno me llevo sentimientos muy buenos, ya que han sido noches de traspasadas, tiempos buenos y difíciles, preocupaciones, alegrías, compañerismo el que hemos vivido, de ustedes me llevo tal vez los recuerdos más importantes para mi vida, son unas personas guerreras que a pesar de las circunstancias de vida siempre han encontrado su camino, espero que todo esto sea el comienzo de muchos de sus objetivos y sueños.

***Jordy palacios Beltrán***

A DIOS

Por haber dispuesto que pudiera empezar a estudiar y terminar esta bonita carrera, con la cual quiero corresponderle, trabajando en pro del bienestar de mi familia y de la comunidad.

A mis padres

Luz Denny Zuleta Salazar y Jairo Carmona Marín, que han sido un gran ejemplo de honestidad, unidad, responsabilidad, trabajo fuerte y templanza; durante toda su vida, y han logrado formar una familia con tres hijos, dos hombres y a una mujer de bien.

A mis familiares

Que han sido una ayuda incondicional durante toda mi vida y aún más durante el proceso de formación como profesional; dándome ánimo y fortaleza para alcanzar la meta de ser ingeniero industrial.

***Jorge Eliecer Carmona Zuleta.***

A DIOS

Por ser mi guía y resguardo en todas las etapas de mi vida y más en esta tan bonita que ha sido la universidad, por siempre darme la mano cuando más lo necesite.

A mi madre

Por siempre estar pendiente de mí, por brindarme todo su amor y motivación para lograr culminar este proceso, es un objetivo que cumplimos juntas, porque sé lo mucho que se esforzó para verme cumplir esta meta.

A mi hermano

Por todo su apoyo y amor incondicional, para mi formación y motivación en el proceso.

A mis profesores

Por formar parte de mi proceso académico y compartir su conocimiento para lograr el desarrollo de tan preciada meta.

***Gina Paula Soto Mejía.***

## **Agradecimiento**

Agradecemos a DIOS que nos ha permitido continuar con vida, salud, bienestar y nos sigue llenando de sus hermosas bendiciones todos los días.

Agradecemos al ingeniero Manuel Guillermo Hoyos Trujillo de la universitaria agustiniana, quien nos ha asesorado a lo largo de la elaboración de este proyecto y nos ha brindado sus amplios conocimientos.

Al ingeniero Wilmer Cruz, por brindarnos su conocimiento en procesos de producción y distribución. Ingeniero mecánico.

A los docentes y la universitaria por la formación académica y espiritual a lo largo de nuestra carrera, que nos han permitido crecer tanto laboralmente como personal.

A nuestras familias que han sido nuestro soporte, motivación y ayuda para lograr el objetivo de ser profesionales.

## **Resumen**

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar un plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la *mipyme* IHCZ. Se estableció como objeto de estudio el proceso de producción y fabricación de sus productos, proveedores, factores críticos de la empresa y el análisis del entorno. La metodología utilizada incluyó la observación directa del proceso productivo de los diferentes artículos que elabora la empresa, ficha de control de tiempos, Costos, distribución en planta y su localización, análisis de proveedores, análisis del mercado y mejora enfocada a cada uno de los factores críticos identificados.

En la evaluación realizada se encontraron problemas como: baja eficiencia de producción, área de trabajo desordenada, falta de información, estructura organizacional no adecuada, escasez de personal, incumplimiento de pedidos, desmotivación del personal, localización y distribución de planta inadecuados. La propuesta de investigación basada en la metodología PHVA aplicada a cada uno de los factores críticos evaluados para la investigación con el fin de mejorar la productividad de la empresa, para lo cual se implementaron diferentes herramientas y métodos de ingeniería para el análisis y mejora de cada uno de estos factores estudiados.

*Palabras claves:* Productividad, factores críticos, plan de mejoras, producción, mercado, localización, distribución de planta, costos, seguridad.

## **Abstract**

The objective of this research was to design an improvement plan to increase productivity in the IHCZ MSM production area. The production and manufacturing process of its products, suppliers, critical factors of the company and the analysis of the environment were established as the object of study. The methodology used included direct observation of the production process of the different items that the company produces, time control sheet, costs, distribution in the plant and its location, analysis of suppliers, market analysis and improvement focused on each of its factors. Critics.

In the evaluation carried out, problems such as: deficient production, disorderly work area, lack of information, inadequate organizational structure, shortage of personnel, non-compliance with orders, and lack of motivation of personnel were found, in addition, there is no standard of time in the execution of tasks. , unsuitable plant location and distribution. The research proposal based on the PHVA methodology applied to each of the critical factors evaluated for the research in order to improve the productivity of the company, for which different engineering tools were implemented for the analysis and improvement of each one of these factors studied.

*Key words:* Productivity, critical factors, improvement plan, production, market, location, plant distribution, costs, security.

## Tabla de contenidos

Introducción .....	21
1. Identificación del problema.....	23
1.1 Antecedentes del problema.....	23
1.1.1 Factores críticos en la obtención de la materia prima. ....	24
1.1.2 Factores críticos en el proceso productivo. ....	28
1.1.3 Factores críticos en el proceso de entrega del producto terminado al cliente. ....	33
1.2 Descripción del problema.....	35
1.3 Formulación del problema.....	37
1.4 Sistematización de problema .....	37
2 Justificación.....	38
3 Objetivos .....	40
3.1 Árbol de objetivos .....	40
3.2 Objetivo general .....	40
3.3 Objetivos específicos.....	40
4 Marco referencial .....	42
4.1 Antecedentes de la investigación.....	42
4.2 Marco teórico.....	43
4.2.1 Estudio de mercado. ....	43
4.2.2 Reacción en cadena de la calidad, productividad y competitividad.....	44
4.2.3 Planeación y control de la producción. ....	44
4.2.4 Competitividad.....	46
4.2.5 Costos de producción. ....	47
4.2.6 Distribución en planta. ....	47
4.2.7 Alternativas para la capacidad disponible necesaria a corto y mediano plazo.....	48

4.2.8	Tipos de desperdicio.....	48
4.3	Marco conceptual .....	49
4.3.1	Ciclo de mejora continua PHVA.....	49
4.3.2	Método cualitativo por puntos para localización de plantas. ....	49
4.3.3	Análisis de punto de equilibrio.....	50
4.3.4	Industria metalmeccánica.....	50
4.4	Marco legal .....	52
4.4.1	Normativas internas, ambientales, importación y regulación. ....	52
5	Marco metodológico .....	56
5.1	Tipo de investigación.....	56
5.2	Variables del problema.....	56
5.2.1	Variables independientes.....	56
5.2.2	Variables dependientes.....	56
5.3	Restricciones.....	57
5.4	Supuestos .....	57
5.5	Hipótesis de investigación .....	57
5.6	Tamaño poblacional y muestra.....	57
5.6.1	Tamaño poblacional. ....	57
5.6.2	Muestra poblacional. ....	57
5.7	Fuentes de información .....	58
5.8	Técnicas e instrumentos de recolección de la información .....	58
5.8.1	Técnicas de recolección de información. ....	58
5.8.2	Instrumento de recolección de información. ....	58
6	Análisis del mercado .....	59
6.1	Análisis de la demanda del producto .....	59

6.1.1	Cálculo de la demanda. ....	59
6.2	Estudio sectorial .....	59
6.2.1	Estudio de competitividad del sector. ....	60
6.3	Estudio de microentorno.....	64
6.3.1	El índice de liquidez.....	64
6.3.2	Apalancamiento financiero. ....	65
6.3.3	Rentabilidad. ....	65
6.4	Evaluación de factores externos (EFE) e internos (EFI) y FODA .....	65
6.4.1	Matriz EFE. ....	66
6.4.2	Matriz EFI. ....	66
6.4.3	Matriz FODA. ....	67
6.5	Identificación de nuevas oportunidades de mercado .....	69
6.5.1	Justificación.....	69
6.5.2	Hipótesis.....	69
6.5.3	Metodología .....	70
6.5.4	Análisis descriptivo. ....	70
6.6	Conclusiones de la investigación de mercado .....	80
7.	Análisis de costos logísticos en la obtención de materia prima .....	83
7.1.	Identificación del retal de lámina utilizado para la fabricación de los productos .....	83
7.2.	Análisis de costos para la obtención de lámina cold rolled.....	84
7.3.	Conclusiones del análisis de Costos .....	85
8.	Caracterización del área productiva de la mipyme IHCZ .....	86
8.1.	Proyecciones de venta .....	86
8.1.1.	Demanda real y pronóstico para soporte doble para tubo de cortina. ....	87
8.1.2.	Demanda real y pronóstico para soporte sencillo para tubo de cortina.....	87

8.1.3.	Demanda real y pronóstico para soporte diente de sierra.....	88
8.1.4.	Demanda real y pronóstico para los nuevos productos fabricar.....	88
8.2.	Cálculo de la capacidad requerida de la planta.....	89
8.2.1.	Capacidad de la planta.....	89
8.2.2.	Capacidad requerida por máquina.....	89
8.2.3.	Capacidad requerida de la planta para la proyección de ventas.....	89
8.2.4.	Capacidad de mano de obra para la proyección de ventas.....	89
8.3.	Análisis de localización para la empresa IHCZ.....	90
8.3.1.	Restricciones.....	90
8.3.2.	Estudio de localización.....	90
8.3.3.	Resultados del método de localización.....	95
8.3.4.	Conclusiones del análisis del método de localización.....	95
8.4.	Identificación de los productos de la empresa IHCZ.....	96
8.4.1.	Dibujos de ingeniería de los nuevos productos.....	98
8.5.	Diagnóstico para el diseño de planta.....	99
8.5.1.	Factor material.....	100
8.5.2.	Factor maquinaria.....	101
8.5.3.	Factor hombre.....	101
8.5.4.	Factor movimiento.....	102
8.5.5.	Factor espera.....	103
8.5.6.	Factor servicio.....	104
8.5.7.	Factor edificio.....	104
8.5.8.	Factor cambio.....	105
8.5.9.	Seguridad en las máquinas troqueladoras.....	105
8.6.	Diseño de planta para la empresa IHCZ.....	106

8.6.1.	Diagrama de flujo del soporte sencillo para tubo de cortina.....	107
8.6.2.	Diagrama de flujo del soporte doble para tubo de cortina. ....	107
8.6.3.	Diagrama de flujo de la abrazadera.....	107
8.6.4.	Diagrama de flujo del soporte diente de sierra para marcos. ....	108
8.6.5.	Diagrama de recorrido de los productos. ....	108
8.6.6.	Análisis de costo de procesos tercerizados en la empresa IHCZ. ....	108
8.7.	Método para la distribución de planta .....	111
8.7.1.	Cálculo de las superficies.....	111
8.7.2.	Matriz de recorridos. ....	112
8.7.3.	Propuesta de distribución de planta para empresa IHCZ. ....	114
8.7.4.	Evaluación de la distribución en propuesta vs la actual.....	114
8.8.	Alternativas de seguridad para la nueva distribución de planta .....	117
8.8.1.	Mapa de riesgos para la nueva distribución de planta.....	117
8.8.2.	Matriz de riesgos. ....	118
8.8.3.	Análisis de costos para automatizar. ....	118
9.	Evaluación financiera de la propuesta.....	122
9.1.	Sistema de clasificación de costos estimados.....	122
9.2.	Inversión inicial .....	122
9.3.	Costo de operación .....	123
9.4.	Estado de resultados .....	125
9.5.	Flujo de caja.....	125
9.6.	Balance general.....	126
9.7.	Evaluación financiera .....	126
10	Conclusiones .....	128
11	Recomendaciones.....	130

Glosario ..... 131

Referencias ..... 132

Anexos ..... 135

## Lista de tablas

Tabla 1. Normatividad que rige la actividad económica realizada por la empresa IHCZ .....	52
Tabla 2. Datos estadísticos descriptivos del estrato socioeconómico. ....	70
Tabla 3. Datos estadísticos descriptivos del tipo de vivienda .....	71
Tabla 4. Datos estadísticos descriptivos de la adquisición de inmuebles .....	72
Tabla 5. Datos estadísticos descriptivos de los factores de compra del soporte .....	73
Tabla 6. Datos estadísticos de compra del soporte para tubo de cortina.....	74
Tabla 7. Datos estadísticos de compra del soporte para tubo de cortina.....	75
Tabla 8. Datos estadísticos de preferencia de los clientes frente a los productos sustitutos.....	76
Tabla 9. Datos estadísticos descriptivos de los nuevos productos .....	78
Tabla 10. Resumen procesamiento: Análisis clúster.....	78
Tabla 11. ANOVA para las variables, compra de inmueble, tipo de vivienda, tipo de cortina y estrato. ....	80
Tabla 12. Ventajas y desventajas de la ubicación actual de la planta .....	91
Tabla 13. Ventajas y desventajas de la ubicación en el municipio de Mosquera .....	92
Tabla 14. Ventajas y desventajas de la ubicación en el municipio de Mosquera .....	93
Tabla 15. Costos de sistema de accionamiento automático para la troqueladora de 15 ton .....	119

## Lista de figuras

Figura 1. Modelo SIPOC.....	23
Figura 2. Proveedores de la empresa metalmecánica.....	24
Figura 3. Promedio del porcentaje de escasez de materia prima en los últimos años.....	25
Figura 4. Cantidad comprada en toneladas de lámina nueva y reutilizada .....	26
Figura 5. Costos logísticos de compra de materia prima desde cada ciudad. ....	26
Figura 6. Diagrama de flujo del retal de lámina.....	27
Figura 7. Porcentaje promedio de continuidad de operación en las troqueladoras. ....	28
Figura 8. Ficha técnica de la troqueladora de 50 toneladas .....	29
Figura 9. Ficha técnica de la troqueladora de 15 toneladas .....	30
Figura 10. Diagrama Ishikawa de las paradas de máquina .....	31
Figura 11. Datos estadísticos de operarios afectados en el año 2019 .....	32
Figura 12. Porcentaje de operarios lesionados y no lesionados .....	32
Figura 13 Distribución y recorrido actual de la planta de la empresa IHCZ .....	33
Figura 14. Diagrama de fuerzas de Porter de la empresa IHCZ .....	34
Figura 15. Árbol de problemas.....	35
Figura 16. Árbol de objetivos de la empresa IHCZ .....	40
Figura 17. Tipos de producción que responden a la producción discreta, .....	44
Figura 18. Proceso de mejora continua, tomado del libro “administración y mejora continua” ...	49
Figura 19. Estructura simplificada de la cadena de valor .....	51
Figura 20 Etapas de ciclo de vida y requisitos de la NTC 6034 .....	55
Figura 21. Gráfico de comportamiento en el tiempo de la Balanza Comercial Relativa del .....	60
Figura 22. Gráfico de comportamiento en el tiempo de la apertura exportadora de CIU 259.....	60
Figura 23. Gráfico de comportamiento en el tiempo de la tasa de penetración importaciones de CIU 259.....	61
Figura 24. Gráfico de comportamiento en el tiempo de las importaciones de CIU 259.....	61
Figura 25. Gráfico de comportamiento en el tiempo de las exportaciones de CIU 259 .....	62
Figura 26. Consumo aparente de CIU 2599.....	62
Figura 27. PIB de fabricación de productos metalúrgicos básicos .....	63
Figura 28. Índice de dedicación de empleo de la industria metalmecánica .....	63

Figura 29. Productividad laboral (2015-2019).....	64
Figura 30 Índice de liquidez.....	64
Figura 31 Apalancamiento financiero .....	65
Figura 32 Rentabilidad.....	65
Figura 33 Evaluación de factores externos .....	66
Figura 34 Evaluación de factores internos .....	67
Figura 35. Análisis estadístico del balance estratégico. ....	67
Figura 36 Matriz DOFO.....	68
Figura 37 Análisis DOFA .....	68
Figura 38. Ficha técnica de la investigación de mercado.....	69
Figura 39. Representación gráfica del estrato socioeconómico .....	71
Figura 40. Representación gráfica del tipo de vivienda de los encuestados .....	72
Figura 41. Representación gráfica del factor de compra.....	74
Figura 42. Representación gráfica compra del soporte .....	75
Figura 43. Representación gráfica de la frecuencia de compra del soporte.....	76
Figura 44. Representación gráfica de preferencia de tipo de cortina de los encuestados. ....	77
Figura 45. Representación gráfica de nuevos productos .....	78
Figura 46 Matriz de proximidad.....	79
Figura 47. Ficha técnica de lámina cold rolled utilizada en el proceso de fabricación.....	83
Figura 48. Análisis de costos de obtención de materia prima.....	84
Figura 49. Demanda real y pronóstico de ventas, soporte doble año 2020 .....	87
Figura 50. Demanda real y pronóstico de ventas, soporte sencillo año 2020. ....	87
Figura 51. Demanda real y pronóstico, soporte diente de sierra .....	88
Figura 52. Proyección de ventas año 2020 para los nuevos productos. ....	88
Figura 53. Demanda proyectada para el año 2020 .....	88
Figura 54. Capacidad real de las máquinas para cada producto .....	89
Figura 55. Capacidad requerida en piezas por hora (Fuente propia). ....	89
Figura 56. Alternativa de ubicación 1, Soacha Cundinamarca .....	91
Figura 57. Ubicación del municipio de Mosquera .....	92
Figura 58. Ubicación de la zona industrial Ricaurte en Bogotá .....	93
Figura 59. Resultado del análisis del método de localización, cualitativo por puntos.....	95

Figura 60. Soporte doble para tubo de cortina .....	96
Figura 61. Ficha técnica soporte sencillo para tubo de cortina .....	97
Figura 62. Ficha técnica diente de sierra para marcos .....	98
Figura 63. Dibujo de ingeniería del soporte escuadra .....	99
Figura 64. Dibujo de ingeniería de la bisagra .....	99
Figura 65 Factor material .....	100
Figura 66 Factor maquinaria .....	101
Figura 67 Factor Hombre .....	101
Figura 68 Factor movimiento .....	102
Figura 69 Factor espera .....	103
Figura 70 Factor servicio .....	104
Figura 71 Factor edificio .....	104
Figura 72. Factor cambio .....	105
Figura 73. Ficha de consideraciones de seguridad para la planta IHCZ .....	106
Figura 74. Resumen diagrama de flujo, soporte sencillo para tubo de cortina .....	107
Figura 75. Resumen diagrama de flujo, soporte doble para tubo de cortina .....	107
Figura 76. Resumen diagrama de flujo, abrazadera .....	108
Figura 77. Resumen diagrama de flujo, soporte diente de sierra para marcos .....	108
Figura 78. Punto de equilibrio para la planta de cromado dentro de IHCZ .....	109
Figura 79. Punto de equilibrio para la planta de zincado dentro de IHCZ .....	109
Figura 80. Punto de equilibrio para la planta de pintura electrostática dentro de IHCZ .....	110
Figura 81. Cálculo de las superficies de la planta de IHCZ.....	112
Figura 82.Matriz de recorrido .....	113
Figura 83. Matriz de relaciones y proximidad .....	113
Figura 84. Distribución actual en diagrama de bloques .....	114
Figura 85. Distribución propuesta en diagrama de bloques .....	114
Figura 86. Evaluación cuantitativa de la distribución actual con la distribución propuesta .....	115
Figura 87. Distribución de planta propuesta para IHCZ .....	116
Figura 88. Diagrama de recorrido en distribución de planta propuesta. ....	116
Figura 89. Mapa de riesgos de la propuesta de distribución de planta.....	117
Figura 90.Simbología utilizada en el mapa de riesgos .....	118

Figura 91. Deficiencia por disminución de los rangos de movilidad del pulgar.....	120
Figura 92.Porcentaje de deficiencia global por amputación de la falange.....	120
Figura 93.Costo de indemnización por lesión interfalángica.....	121
Figura 94. Costo de indemnización por lesión metacarpofalángica.....	121
Figura 95. Costo de indemnización por lesión carpometacarpiana.....	121

## Lista de anexos

<b>Anexo A.</b> Análisis microentorno.....	135
<b>Anexo B.</b> Encuesta para el estudio de mercado .....	136
<b>Anexo C.</b> Diagramas de flujo de los procesos de la empresa IHCZ .....	139
<b>Anexo D.</b> Cotizaciones para el análisis de costos de obtención de materia prima.....	143
<b>Anexo E.</b> Dimensiones de los nuevos productos. ....	144
<b>Anexo F.</b> Lista de empresas metalmecánicas en Bogotá. ....	145
<b>Anexo G.</b> Matriz de identificación, evaluación, valoración y determinación de controles de riesgo.....	146
<b>Anexo H.</b> Elementos para la automatización.....	147
<b>Anexo I.</b> Fichas de los 8 factores para la distribución de planta.....	150

## Introducción

Las pequeñas y medianas empresas en Colombia tienen la necesidad de obtener una producción cada vez mayor y con una eficiencia relevante como vía de solución a la situación actual y a la inserción en el mercado nacional, para lo cual se requiere de alto grado de competitividad, lo que exigió la implantación de un proceso de mejoramiento continuo. El aporte de las *mypime* en Colombia al producto interno bruto es del 35% según el (DANE, Indicadores económicos, 2020), lo cual motiva a los ingenieros industriales a realizar aportes significativos a estas empresas para que crezcan y así contribuir al país.

La empresa IHCZ, fabrica actualmente con una capacidad y producción limitada. Sin embargo, la demanda a nivel nacional e internacional es bastante considerable y de gran beneficio para la empresa si se aprovecha. Por tal razón los volúmenes de producción y el nivel de calidad de los productos debían aumentar para poder satisfacer las necesidades de sus clientes potenciales y expandir su mercado tanto nacional como internacional.

El origen de la oportunidad de mejora (problema) surge como consecuencia de la falta de control y organización de las operaciones en el área de producción, altos costos de fabricación y bajo índice de productividad. El nivel de demanda se proyecta hacia el constante crecimiento debido a la amplia demanda en los sectores de estudio (Investigación del mercado), en consecuencia, la empresa se vio obligada a incrementar el nivel de producción y ser más competente en el mercado.

Dada esta oportunidad de mejora en la empresa en estudio, se analizaron diferentes metodologías de mejora, y se llegó a la conclusión de aplicar un ciclo de mejora continua como la metodología PHVA, más que un enfoque o concepto es una estrategia, y como tal constituye una serie de programas generales de acción y despliegue de recursos para lograr objetivos completos, pues el proceso debe ser progresivo. Este trabajo incluye consideraciones sobre algunas de las herramientas de mejora de ingeniería existentes tales como: Mejoramiento de la productividad, las 5 fuerzas de Porter, matriz EFE, matriz EFI, matriz DOFA, entre otras.

La metodología PHVA a diferencia de otras metodologías, permite fijar nuevos estándares de forma constante, el ciclo PHVA es esencial para que los estándares corrientes se establezcan y se logren mejorar, para lo cual se buscaron nuevas alternativas de mejoramiento, como objetivo general se presentaron y mejoraron los factores críticos de la cadena de valor de la empresa, se consideró cada factor y se buscó la solución óptima implementando la mejora continua para cada una de ellas.

En la investigación de mercado realizada, se determinaron los sectores donde la empresa pudiera aumentar su mercado y en consecuencia aumentar su demanda y productividad, adicionalmente se encontraron nuevas oportunidades de mercado como lo fueron nuevos productos a diseñar y zonas donde ofertar su producto. Se mejoró la localización, distribución en planta y capacidad para el aumento proyectado de productividad convirtiéndola en una empresa más competente en el mercado.

Por último, se finalizó con una propuesta de mejoramiento del modelo de productividad actual de la empresa, desarrollando herramientas que permitieron obtener resultados confiables de acuerdo con el sector específico de la empresa y se definió un plan de mejoramiento soportado en los resultados del desarrollo del modelo conceptual de producción.

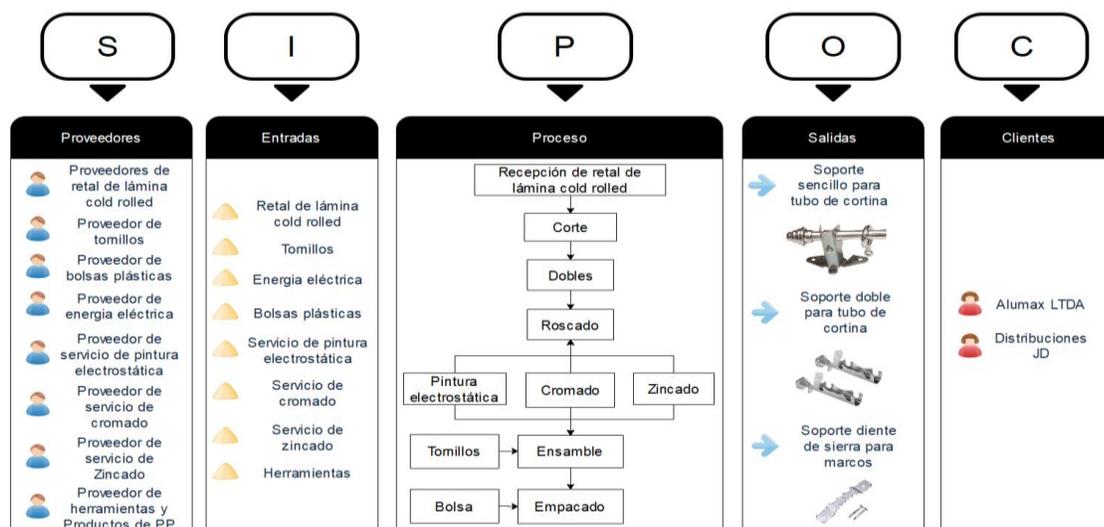
## 1. Identificación del problema

A continuación, se presentan los antecedentes del problema donde se identifican los factores críticos en la cadena de valor de la *mipyme* IHCZ. La descripción del problema mediante un mapa de problemas y formulación de este.

### 1.1 Antecedentes del problema

La empresa IHCZ (Inversiones hermanos Carmona Zuleta) inició su actividad el 29 de mayo de 2018 y se ubicó en el barrio los olivos III del municipio de Soacha Cundinamarca, es una empresa del sector industrial metalmeccánico. La actividad principal es la fabricación de artículos a base de metal, mediante el proceso de troquelado haciendo uso de los sobrantes de retal de lámina “cold rolled” de otros procesos industriales. Los productos que fabrica y comercializa la empresa son, el soporte lateral (sencillo y doble) para el tubo de aluminio de las cortinas, soporte diente de sierra para marcos y toda la línea de arandelas.

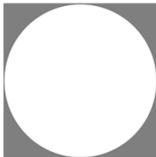
Basados en el enfoque SIPOC (proveedores-entradas-proceso-salida-clientes) representado en la figura 4 se realiza un diagnóstico de los factores críticos a lo largo de la cadena de valor de la empresa IHCZ, identificados en el estado inicial (insumos, suministros y proveedores), en el proceso transformador (proceso, equipo productivo, organización y controles), el producto final (producto, subproductos, residuos y clientes) y los organismos reguladores, también se analizan factores exógenos a la empresa como lo son el mercado, medioambiente y competidores.



**Figura 1.** Modelo SIPOC (Autoría propia).

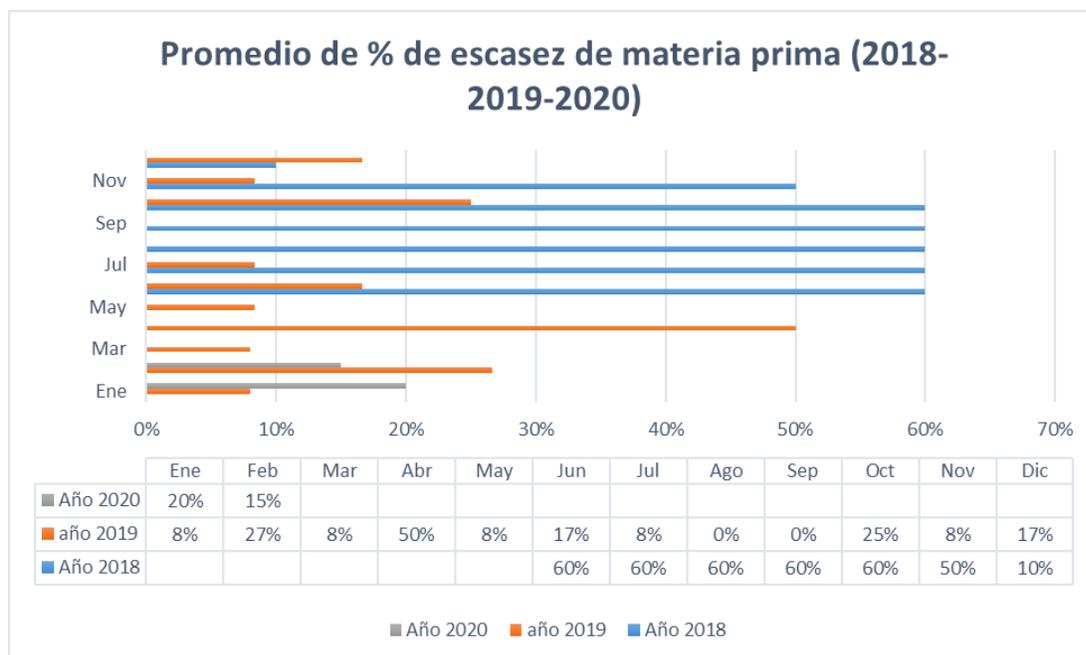
### 1.1.1 Factores críticos en la obtención de la materia prima.

**1.1.1.1. Alto índice de escasez de materia prima reutilizada.** (toneladas adquiridas sobre toneladas requeridas) reutilizada como se muestra en la figura 2, los proveedores del retal de lámina son, la empresa Colvinsa dedicada a la fabricación de recipientes metálicos y la cual tiene dos sedes ubicada una en el parque de Mosquera Cundinamarca y la otra en la ciudad de Barranquilla Atlántico e Industrias 2R dedicada a la fabricación de estantes que cuenta con una sola sede ubicada en Bosa, en la figura 3, se muestra la caracterización de los proveedores y la forma de la lámina que compra IHCZ para la fabricación de los soportes.

Empresa	Descripción	Gráfico lámina
Colvinsa	Una de las plantas está ubicada en el parque industrial San Jorge en Mosquera, Cundinamarca y la otra en Barranquilla, son fabricantes de tambores metálicos de 100, 60 y 50 litros con lamina cold rolled, la cual tiene una fuerte demanda para varios procesos industriales. El retal obtenido de esta empresa son puntas sobrantes del corte circular utilizado para la parte inferior de los tambores.	
Industrias 2R	Ubicados en el barrio Bosa Estación de la ciudad de Bogotá, fabricantes de estantería para centros de distribución con lámina galvanizada y soportes para tableros eléctricos de control con lámina galvanizada. El retal de lámina obtenido de esta empresa es un rectángulo de 75 mm x 110 mm.	

**Figura 2.** Proveedores de la empresa metalmecánica (Autoría propia).

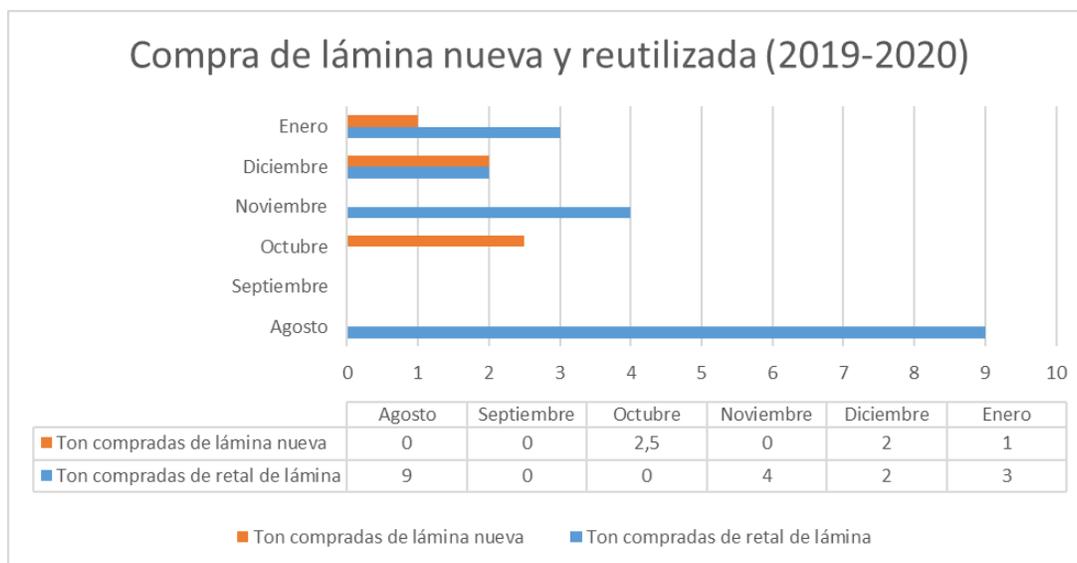
En la siguiente figura se muestra un porcentaje de escasez mayor en el año 2019 para los meses evaluados de hasta un 60% presentados en los meses de enero y marzo, en el mes de septiembre no se adquirió lámina reutilizada por lo cual no se presentan datos si no del año 2018. Para el año 2020 disminuyo el porcentaje porque existía inventario inicial del año 2019.



**Figura 3.** Promedio del porcentaje de escasez de materia prima en los últimos años (Autoría propia).

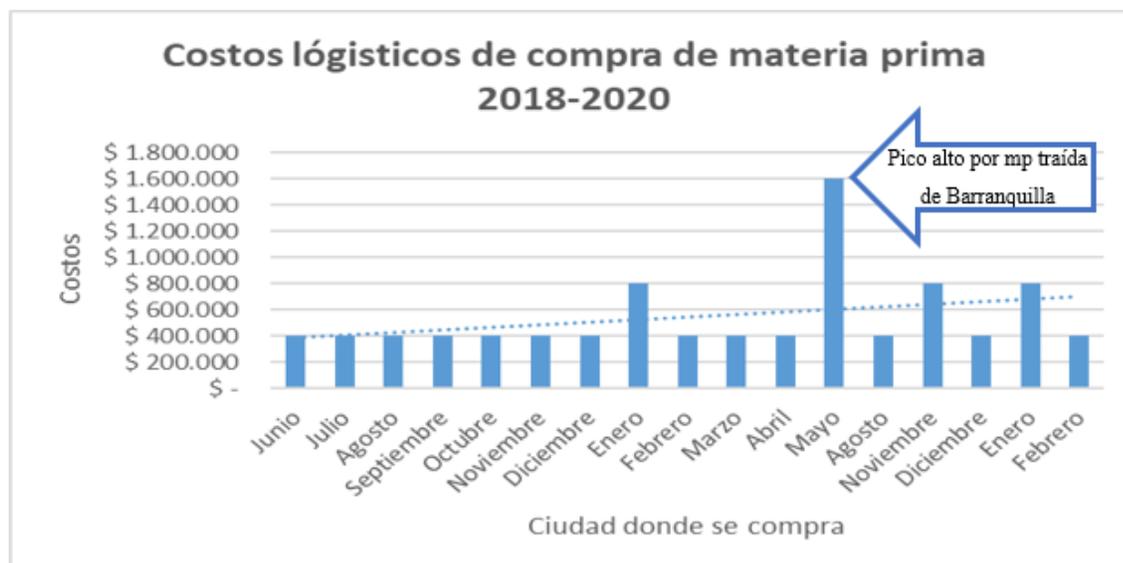
**1.1.1.2. Bajo número de proveedores.** Los dos proveedores tienen una fabricación por lotes o por pedido es decir que no pueden vender el retal de lámina constantemente a la empresa IHCZ, lo cual ocasiona escasez de materia prima para la fabricación de los soportes como lo muestra la figura 3, por consiguiente hay demoras en la entrega de los pedidos a los clientes de la empresa, lo evidencian los datos de compra de lámina nueva, lo cual afecta notablemente las utilidades de la empresa ya que está es más costosa y de la cual solo es rentable fabricar soporte doble para tubo de cortina, es decir que con lámina nueva no se puede fabricar soporte sencillo para tubo de cortina porque no genera utilidad.

En los meses de septiembre, octubre y diciembre fue escasa la lámina reutilizada como lo muestra la Figura 4 y se tomó la decisión de comprar lámina cold rolled nueva a un mayor costo para lograr satisfacer la demanda de los soportes y cumplir con el tiempo de entrega establecido a los clientes.



**Figura 4.** Cantidad comprada en toneladas de lámina nueva y reutilizada (Autoría propia).

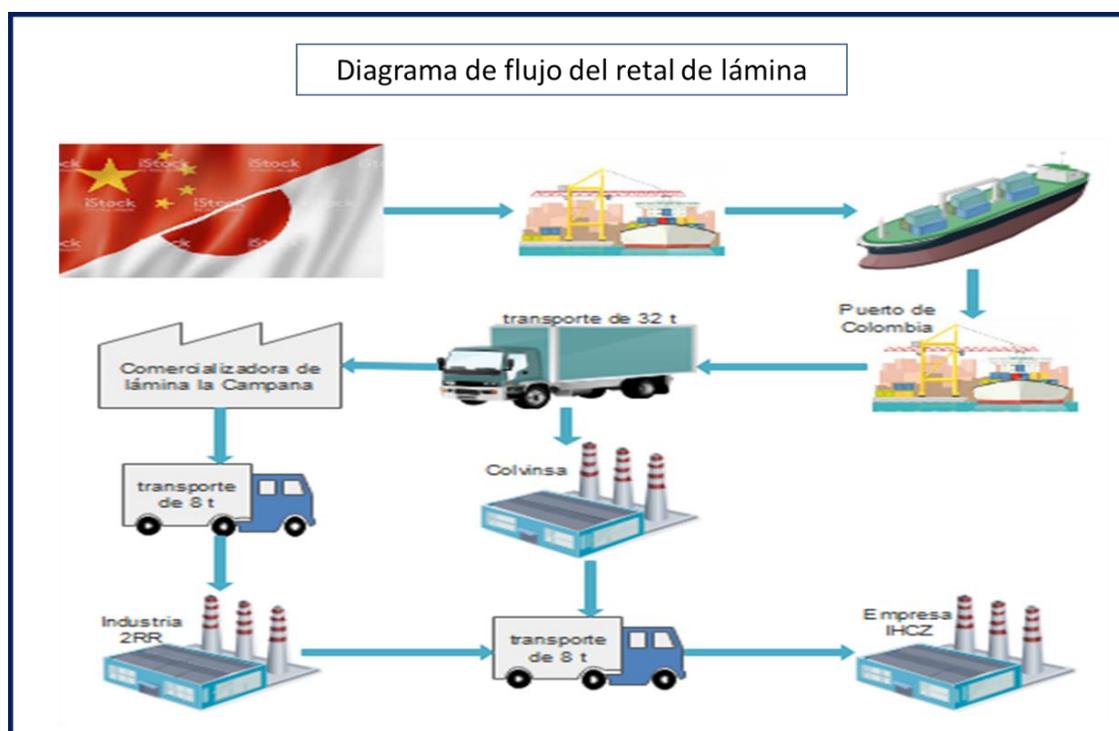
**1.1.1.3. Altos costos logísticos.** Los cuales tiene que asumir la empresa IHCZ para su fabricación, gracias a las largas distancias desde los proveedores hasta la planta de la empresa IHCZ, en la figura 5 se muestra el costo de compra desde cada ciudad y la línea de tendencia de los datos, a la vez se evidencia un pico en la compra realizada en el año 2019 a ColvinSA de la sede ubicada en Barranquilla.



**Figura 5.** Costos logísticos de compra de materia prima desde cada ciudad (Autoría propia).

**1.1.1.4. Obtención de lámina nueva de los proveedores de IHCZ.** El proveedor Colvinsa importa 32 toneladas de la lámina nueva del continente Asia para su proceso productivo, está empresa tiene una fabricación por lotes y luego de su fabricación desecha una cantidad (dependiente del tamaño del lote fabricado) de retal de lámina, el cual es comprado por la empresa IHCZ. El proceso de compra empieza contactando al ingeniero encargado del proceso productivo en la empresa Colvinsa en la ciudad de Bogotá, para acordar factores como el precio y fecha de la venta de retal de lámina, la cual es adquirida por la empresa IHCZ en la planta de Colvinsa y es la empresa IHCZ quien asume todos los costos y responsabilidades del cargue, transporte y descargue de la materia prima en la planta, los cuales aumentan cuando el retal es traído de la ciudad de Barranquilla donde está ubicada una de las plantas de Colvinsa.

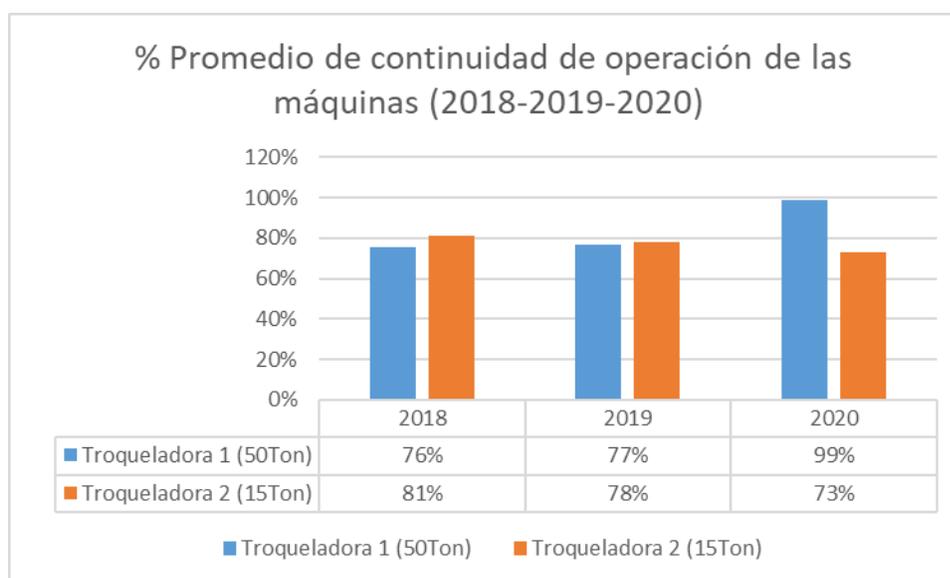
El proveedor Industrias 2R es el segundo proveedor de la empresa IHCZ, el cual no importa directamente la materia prima, si no que la compra a una comercializadora de lámina de gran tamaño llamada La Campana ubicada en Bogotá. Tiene un sistema de producción por trabajo y luego de cada producción desecha una cantidad (dependiente del tamaño del pedido fabricado) de retal de lámina que es comprada por la empresa IHCZ quien asume todos los costos del cargue, transporte y descargue de la materia prima en la planta, como se muestra en la figura 6.



**Figura 6.** Diagrama de flujo del retal de lámina (Autoría propia).

## 1.1.2 Factores críticos en el proceso productivo.

**1.1.2.1. Baja continuidad de operación de las máquinas.** (Tiempo de operación sobre el tiempo programado de operación), Identificando el comportamiento de continuidad de cada máquina troqueladora en los últimos años, se conoce que, la empresa IHCZ utiliza dos troqueladoras en su sistema productivo. La empresa cuenta con una máquina troqueladora de 15 toneladas y otra de 50 toneladas, cada una de ellas realiza una actividad de corte o doblado, en la máquina troqueladora de 50 toneladas se cortan los soportes dobles y sencillos para tubo de cortina, los cuales son doblados posteriormente en la máquina troqueladora de 15 toneladas. A diferencia de los soportes para tubo de cortina, el soporte diente de sierra y la arandela (producto complementario de los soportes para tubo de cortina) son cortados y doblados en la máquina de 15 toneladas, por su tamaño.



**Figura 7.** Porcentaje promedio de continuidad de operación en las troqueladoras (Autoría propia).

En la figura siete se muestra un porcentaje de continuidad de las máquinas troqueladoras, que afecta la productividad de la empresa el cual varía de entre 75% a un 80%, la máquina de 15 toneladas es la que maneja una carga laboral más alta, ya que en esta máquina se realizan más tareas de corte y doblado de los productos de menor tamaño como: la abrazadera de los soportes para tubo de cortina, el soporte diente de sierra y el corte de los soportes para tubo de cortina.

A continuación, se presenta la ficha técnica y el tiempo de mantenimiento actual de la troqueladora de 50 toneladas y de 15 toneladas (figuras 8 y 9).

FICHA TÉCNICA TROQUELADORA 50 TON							
Código:				T01			
Nombre del Equipo:		Troqueladora Americana de 50 toneladas			Foto del Equipo:		
Marca:	Americana	Modelo:	Americana 1950				
Serie:	-	Proveedor:	Pinilla Franklin				
Fecha de compra (dia/mm/año):		11/10/2018					
Fecha de instalación (dia/mm/año):		17/11/2018					
Valor de compra:		\$ 25.000.000					
Datos Técnicos							
Voltaje	220 v	Potencia	50 ton	Velocidad	90 rev/min	LargoXAncho XAlto (cm)	1000x1000 x2600
Peso neto (kg)	2360						
Accesorios:	2 Troqueles						
USOS O APLICACIONES DEL EQUIPO							
Comun mente otulizada para corte de metal							
Descripción							
Trabajo mecanico de corte de las figuras, donde fabrica 1000 unidades/hora variando el tipo de figura y la agilidad del operario.							
PARTES	Volante, motor, cuerpo, car, sigueñal, pedal, sistema de engrane, sistema de freno, caja de cambio, polea y correas.						
MANTENIMIENTO PROGRAMADO (EN MESES): 6							
FABRICANTE Y/O DISTRIBUIDOR DEL EQUIPO:				Pinilla Fraklin			

**Figura 8.** Ficha técnica de la troqueladora de 50 toneladas (Autoría propia).

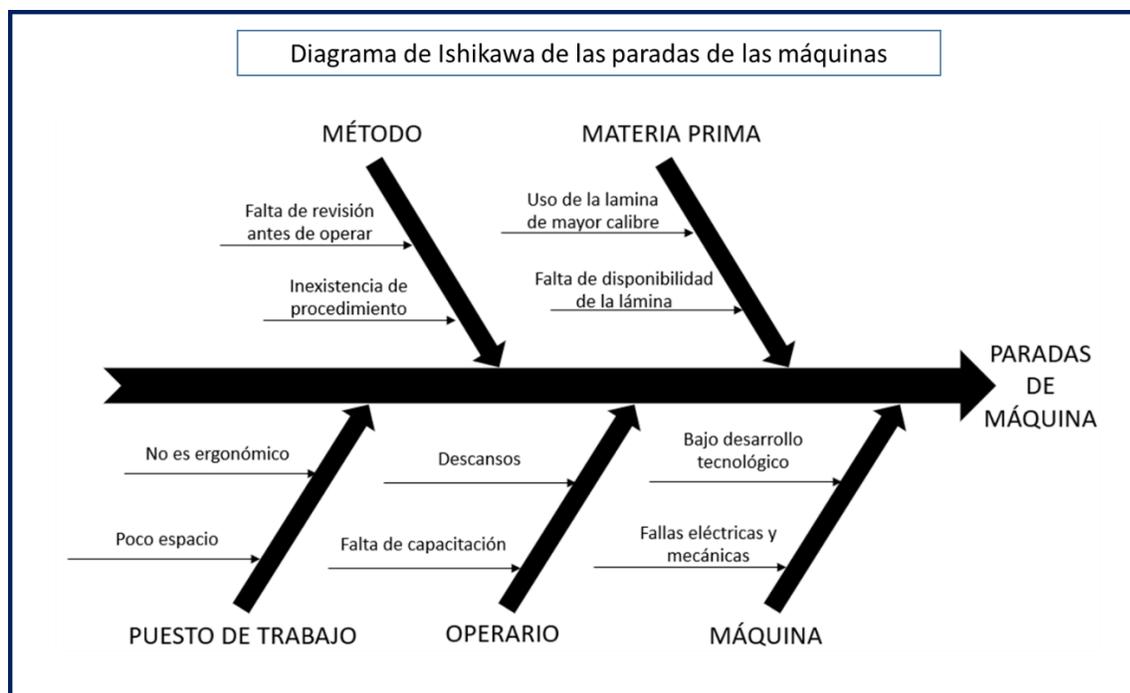
Se identificó mediante la realización de la ficha técnica de la máquina troqueladora (50 ton) que es de tipo manual, tiene un voltaje de 220 voltios, velocidad de 90 revoluciones por minuto y no se realiza el mantenimiento adecuado, dentro del tiempo establecido para este tipo de maquinaria, es una máquina con alta potencia, es un modelo antiguo, pero de buena condición para el trabajo, pero el área donde se ubica no se encuentra despejada, ni demarcada.

En la siguiente figura se encuentra la ficha técnica para la máquina troqueladora de 15 toneladas, en la cual se elaboran varios trabajos como corte y doblaje de piezas. En esta máquina se han presentado algunos accidentes de trabajo, la máquina cuenta con voltaje de 220 voltios, velocidad de 120 revoluciones por minuto. También se detecta que el área donde se ubica la máquina no se encuentra demarcada ni despejada.

FICHA TÉCNICA TROQUELADORA 15 TON						
Código:				T02		
Nombre del Equipo:		Troqueladora Americana de 50 toneladas			Foto del Equipo:	
Marca:	Americana	Modelo:	Americana 1945			
Serie:	-	Proveedor:	Perez Jonny			
Fecha de compra (dia/mm/año):		15/05/2018				
Fecha de instalación (dia/mm/año):		24/05/2018				
Valor de compra:		\$ 8.000.000				
Datos Técnicos						
Voltaje	220 v	Potencia	15 ton	Velocidad	120 rev/min	LargoXAnchoXAlto (cm)
						900x900x1700
Peso neto (kg)	1130					
Accesorios:	11 Troqueles					
USOS O APLICACIONES DEL EQUIPO						
Comun mente otulizada para corte de piezas con menor area y un calibre no mayor a 18						
Descripción						
Trabajo mecanico de corte y doblaje de las figuras, donde fabrica 1000 unidades/hora variando el tipo de figura y la agilidad del operario.						
PARTES	Volante, motor, cuerpo, car, sigueñal, pedal, sistema de engrane, sistema de freno, caja de cambio, polea y correas.					
MANTENIMIENTO PROGRAMADO (EN MESES): 6						
FABRICANTE Y/O DISTRIBUIDOR DEL EQUIPO:				Perez Jonny		

**Figura 9.** Ficha técnica de la troqueladora de 15 toneladas (Autoría propia).

**1.1.2.2. Paradas de máquina.** En ocasiones se presentan averías prolongadas de las máquinas como por ejemplo rotura de troquel o molde el cual se envía a reparación, proceso en el cual puede durar el troquel de 5 a 8 días hábiles, a continuación, lo cual dificulta la operación de la máquina en transcurros de tiempo bastantes prolongados, en la figura 10 se muestra diagrama de causa efecto por las cuales se presentan las paradas de máquina teniendo en cuenta, el método, puesto de trabajo, materia prima, operario y la máquina.



**Figura 10.** Diagrama Ishikawa de las paradas de máquina (Autoría propia).

Las paradas de máquina son ocasionadas por método de utilización no acorde con las especificaciones del fabricante, no se realiza limpieza, lubricación y ajuste antes de iniciar la operación en la máquina, las personas que la operan no tienen unos conocimientos previos y no se realiza capacitación para iniciar a trabajar; la utilización de lámina de calibre mayor a 18, estropea el torno porque lo esfuerza en corte o doblez de las piezas y el diseño de la máquina es poco ergonómico lo que ocasiona bastantes paradas por el operario para descansar la espalda, se evidencia un bajo desarrollo tecnológico en la maquinaria utilizada por la empresa IHCZ.

**1.1.2.3. Alto índice de accidentalidad laboral.** en la máquina troqueladora de 15 toneladas, el riesgo se presenta debido a que en el proceso el operario tiene que estar en contacto directo con la máquina (troqueladora de 15 ton) para realizar la operación de doblez de los soportes, en la tabla 1 se identifican los datos estadísticos de operarios afectados en el proceso y en la figura 9 se presentan los porcentajes de operarios afectados y no afectados del total de operarios que han trabajado en la máquina (troqueladora de 15 toneladas) durante el año 2019.

# de operarios que han trabajado en la máquina	# de operarios que presentaron lesiones por aplastamiento	# de operarios que presentaron lesiones por aplastamiento
5	3	2
Porcentaje	60%	40%

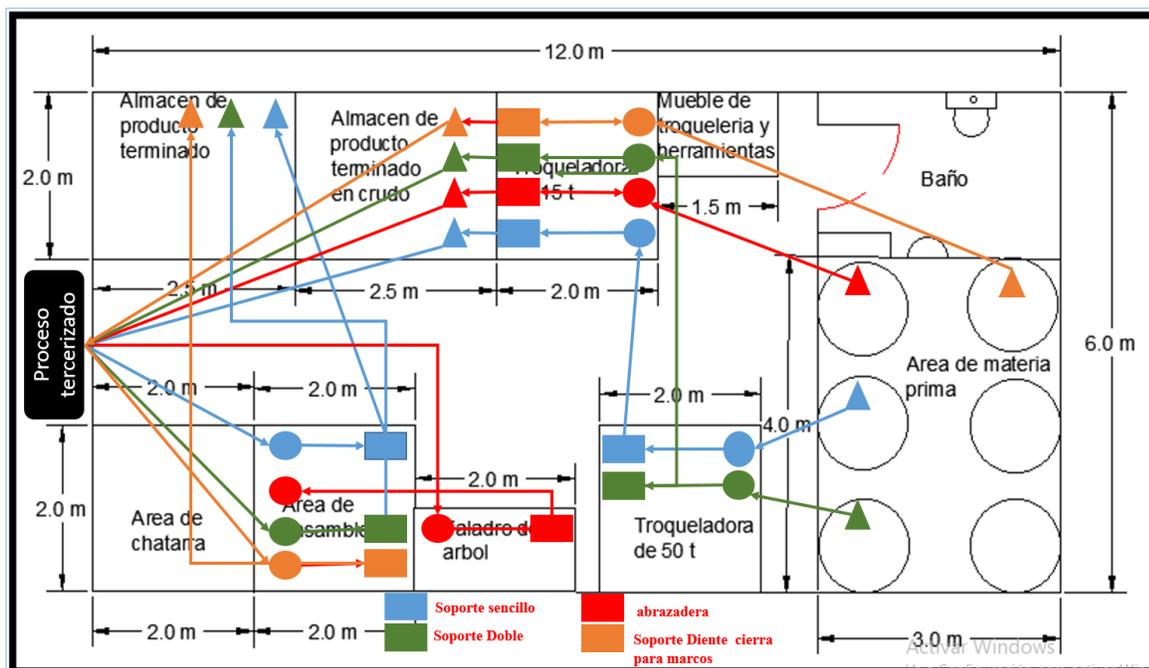
**Figura 11.** Datos estadísticos de operarios afectados en el año 2019 (Autoría propia).



**Figura 12.** Porcentaje de operarios lesionados y no lesionados (Autoría propia)

Los análisis estadísticos arrojan que del total de personas que operaron la máquina (troqueladora 15 toneladas) en el año 2019 (cinco operarios) un 60% (tres operarios) se lesionó por aplastamiento un dedo de la mano, estos accidentes generaron incapacidades de ocho días, en los cuales la máquina estuvo parada o se contrató una persona nueva para operar.

**1.1.2.4. Distribución inadecuada de planta.** Para la fabricación de los soportes, se observa desorden en la fabricación y poco espacio para movilizarse el operario y no se evidencian puestos de trabajo ergonómicos para las labores realizadas, en la figura 10 se identifica la distribución actual de la planta de fabricación.



**Figura 13.** Distribución y recorrido actual de la planta de la empresa IHCZ (Autoría propia).

Se analizaron la cantidad de metros cuadrados de la planta que son  $72 \text{ m}^2$  con el total de metro cuadrados ocupados  $60 \text{ m}^2$  y se identifica que los factores de una distribución de planta no están correctamente integrados, no existe espacio adecuado para movilizar recursos como la materia prima o el personal de trabajo, teniendo un porcentaje de utilización del espacio de la planta de un 80% de ocupación y un 20% libre para movilidad de recursos, esta situación se ha mantenido igual durante un año.

Según el diagrama de recorrido de la figura 13, se concluye una distribución de planta inadecuada, largos recorridos de los productos y los operarios, lo cual extiende el tiempo de producción, también se identifican los procesos que terceriza la empresa IHCZ (cromado, zincado, pintura electrostática) y se desea evaluar la factibilidad de incluirlos dentro del sistema productivo de la planta de IHCZ.

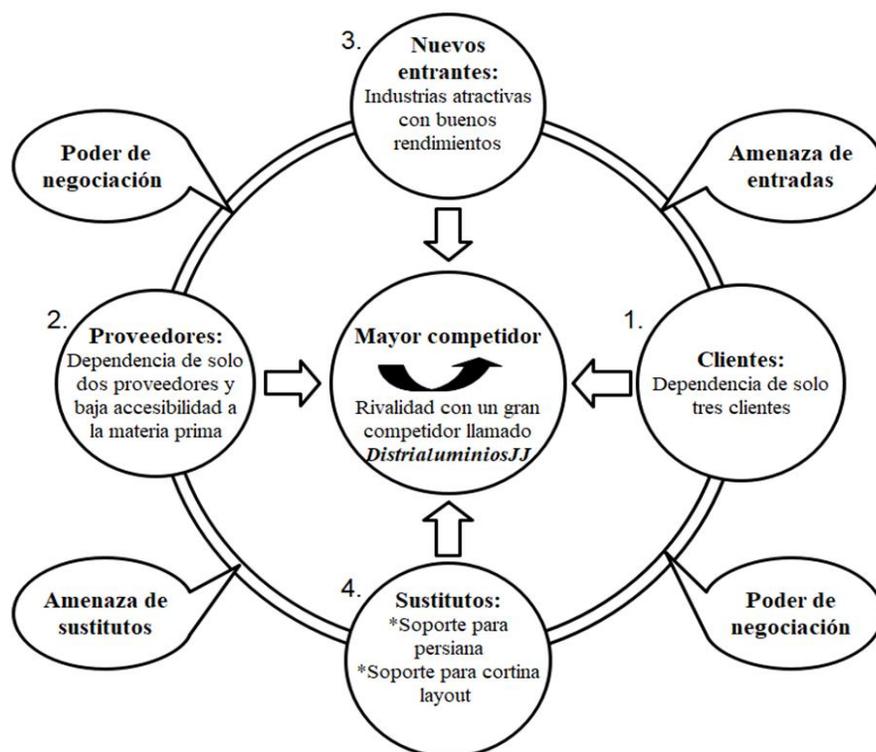
### 1.1.3 Factores críticos en el proceso de entrega del producto terminado al cliente.

Los factores críticos evidenciados en el proceso productivo ocasionan dificultades como demoras en la entrega de los pedidos a los clientes ocasionando pérdida de clientes a la empresa.

**1.1.3.1. Vida útil del producto estrella de la empresa.** Ya que actualmente se evidencia mercado para su comercialización, pero por la presencia de diferentes productos sustitutos este producto

tendrá una inflexión de caída en la vida útil y esto podría desatar una baja en las ventas que favorecen a la empresa.

**1.1.3.2. Estrategias de marketing.** La empresa IHCZ no cuenta con estrategias de marketing para atraer y fidelizar a los clientes, teniendo en cuenta que solo cuenta con 2 clientes, presenta un riesgo de pérdidas económicas en el momento que un cliente encuentre una mejor opción de compra, ya que en promedio al mes cada uno de los clientes realiza dos compras de entre ocho y nueve millones de pesos, cifras bastante representativas para la empresa, a continuación se muestra un análisis de las fuerzas de Porter en la empresa IHCZ (Figura 14).



**Figura 14.** Diagrama de fuerzas de Porter de la empresa IHCZ (Autoría propia).

Dónde: 1. Representa bajo poder de negociación con clientes ya que solo son tres y hay mucha dependencia de estos, 2. Representa bajo nivel de negociación con proveedores ya que también depende de solo dos y está obligado a comprar la materia prima en periodos prolongados de tiempo, 3. Representa la amenaza de nuevos entrantes en el mercado como los fabricantes de cortinas layout o cortinas automáticas, y 4. Representa la amenaza de los productos sustitutos tales como soporte para persiana y soportes para cortinas layout.

Dada la información anterior se concluye que la empresa IHCZ tiene un potencial competidor en la ciudad de Bogotá, el cual cuenta con una capacidad de trabajo las 24 horas del día y una alta

variedad de proveedores y clientes potenciales, por otra parte, de la empresa IHCZ solo cuenta con dos clientes potenciales y la escasez de materia prima es causada principalmente por el bajo número de proveedores de lámina reutilizada en Bogotá.

## 1.2 Descripción del problema

Analizando la información presentada en los antecedentes del problema, se evidencian factores críticos en la cadena de valor de la empresa IHCZ y se procede a realizar el siguiente árbol de problemas:

### Árbol de problemas

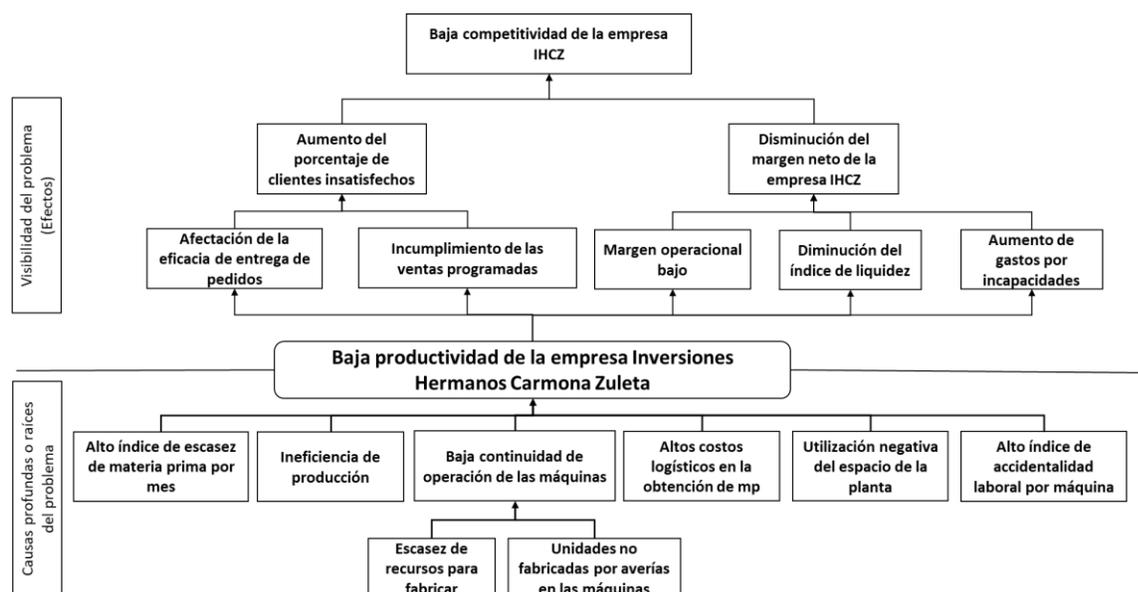


Figura 15. Árbol de problemas (Autoría propia).

### 1.2.1.1 Causas.

- a. **Índice de escasez de materia prima por mes:** Se debe a que la materia prima obtenida de los proveedores no es continua ya que es material reutilizado obtenido de empresas metalmecánicas, lo que genera espacios donde no hay producción, y se genera un indicador de escasez de materia prima reutilizada de hasta el 50% y la empresa se ve obligada a adquirir lámina nueva.
- b. **Ineficiencia de producción:** No se utilizan los recursos de manera correcta, ya que no se produce el máximo de capacidad con los recursos estimados para esta labor, económicamente no se obtiene la materia prima al menor costo posible, no se trabaja al 100% en sus máquinas, lo que genera un índice de eficiencia de producción de del 54%.

- c. **Baja continuidad de operación de las máquinas:** Las máquinas de la empresa no tienen la continuidad esperada, el índice de continuidad ha variado en los últimos años entre el 76% y el 80% dado que se presentan diferentes circunstancias como materia prima, accidentalidad, baja producción, escasez, operadores, que impiden una alta productividad en las máquinas.
- d. **Escasez de recursos para trabajar:** No se tiene un operario fijo, ni turnos de trabajo para la producción, en ocasiones se encuentra un solo operario trabajando en una máquina y la segunda máquina parada por falta de personal.
- e. **Unidades no fabricadas por averías en las máquinas:** Cuando una máquina sufre un daño, la reparación se tarda hasta 15 días hábiles, esto genera hasta 60.000 unidades no fabricadas por reparaciones en máquina.
- f. **Altos costos logísticos en la obtención de materia prima:** Los costos de transporte de la materia prima ascienden hasta \$100.000, por las largas distancias y el número limitado de proveedores.
- g. **Utilización negativa del espacio en planta:** La distribución de planta no es la adecuada para el proceso productivo de la empresa, residuos, inventario en bodega no son los óptimos para el proceso, se identifica una ocupación del área del 90% y solo un 10% para transporte de materiales, acceso a las máquinas y circulación de los operarios, lo que ocasiona demoras y baja productividad.
- h. **Alto índice de accidentalidad laboral por máquina:** El índice de accidentalidad en la máquina troqueladora de 15 toneladas es muy elevado en el año 3 operarios de los 5 que han operado la máquina alguna vez, se han lesionado, ocasionando gastos por incapacidades y paradas de producción, no se tienen implementados sistemas de seguridad y salud en el trabajo, los elementos de protección personal no son los adecuados.

#### ***1.2.1.2 Efectos.***

- a. **Afectación de la eficacia en entrega de pedidos:** Los tiempos de entrega, y cumplimiento a clientes no se cumplen generando quejas/reclamos e inconformismo, la eficiencia de entrega es de apenas un 54%.
- b. **Incumplimiento de las ventas programadas:** No se da cumplimiento a los acuerdos verbales o programados con los clientes debido a las causas mencionadas anteriormente.
- c. **Margen operacional bajo:** No se cuenta con estrategia de operaciones para la producción diaria, lo que genera un margen operacional del 43%.

- d. Gastos por incapacidades:** Debido a los accidentes laborales se generan pérdidas tanto en la producción como en dinero hasta de un salario mínimo mensual legal vigente.
- e. Aumento de clientes insatisfechos:** En gran medida no se cumplen los pedidos y se presentan fallas en el servicio al cliente, el aumento la insatisfacción de los clientes hasta en un 20%.

**1.2.1.3 Problema principal** Las causas y efectos mencionados anteriormente muestran el estado actual de la empresa con lo que se concluye baja productividad de la empresa IHCZ

### **1.3 Formulación del problema**

Con base a los acontecimientos anteriormente mencionados y la problemática que dificulta la productividad y consigo la competitividad de la empresa Inversiones Hermanos Carmona Zuleta surge la siguiente pregunta al grupo de trabajo:

¿Cómo desarrollar una propuesta de mejora mediante el diseño del sistema de producción con el fin de aumentar la productividad de la empresa IHCZ?

### **1.4 Sistematización de problema**

- ¿Qué proponer para la disminución o eliminación de la escasez de materia prima?
- ¿Qué proponer para aumentar la eficiencia de productividad en la fabricación de los productos?
- ¿Qué proponer para aumentar la continuidad de operación de las máquinas?
- ¿Qué proponer para disminuir los costos logísticos en la obtención de la materia prima?
- ¿Cómo proponer una adecuada utilización del espacio de la planta?
- ¿Qué proponer para disminuir el índice de accidentalidad en las máquinas?

## 2 Justificación

En la actualidad las empresas se manejan dentro de un mundo globalizado, y la competencia cada día se hace mayor dentro de los mercados, la productividad juega un papel muy importante ya que de esto depende mantenerse y ser cada vez más competitivos.

El presente proyecto se justifica por la necesidad de conocer por parte de los propietarios de la empresa IHCZ estrategias para mejorar su desarrollo productivo, se justifica desde el aspecto técnico diseñar un modelo de productividad siguiendo una metodología teórica, obteniendo las necesidades, requerimientos y restricciones del proceso productivo, donde se recolectara información de la obtención de la materia prima, la fabricación de los productos, la caracterización de los mismos y las necesidades de los clientes, finalizando con la evaluación y selección de los conceptos con el fin de obtener parámetros para mejorar todo el sistema productivo y cumplir con los requerimientos presentados y las posibles falencias que tengan en cuanto a su productividad, el poder mejorar la calidad, la presentación, la seguridad y garantía, de sus productos.

Se justifica desde el aspecto socio - económico para una empresa familiar que genera empleo en el sector, por lo tanto, si se logra obtener un mejor diseño conceptual del proceso que mejore la rentabilidad de la empresa, se aumentarán las ventas y por lo tanto se prescindirá de más empleados, lo cual hará que la economía de la ciudad de Bogotá aumente y disminuirá el desempleo.

Teniendo en cuenta que la empresa realiza su actividad económica con lámina reutilizada, se justifica desde el aspecto ambiental a identificar factores críticos y generar conceptos con la finalidad de dar solución a la escasez de materia prima para que se mantenga el proceso productivo dentro de la economía circular y no se presenten situaciones en donde implique dejar de fabricar con lámina reutilizada, adicionalmente se conceptualizaran métodos de reutilización de desperdicios, generando ideas para la fabricación de nuevos productos a partir de estos desperdicios y chatarrar la menor cantidad de material.

Dentro del sistema operativo de la empresa se identificarán los factores internos y externos que causan que su productividad sea cada vez más baja, el conocimiento de la estrategia que puede mejorar la eficiencia y eficacia de los trabajadores, mejorar los métodos de trabajo actuales y mayor cantidad de productos de calidad, en menor tiempo posible. Luego de conocer los principales problemas que tiene la empresa y que estos den como causa principal altos costos operativos, disminución de productividad y competitividad, presenta una situación que lleva de manera directa a la realización del presente trabajo de investigación, para dar respuesta al planteamiento del

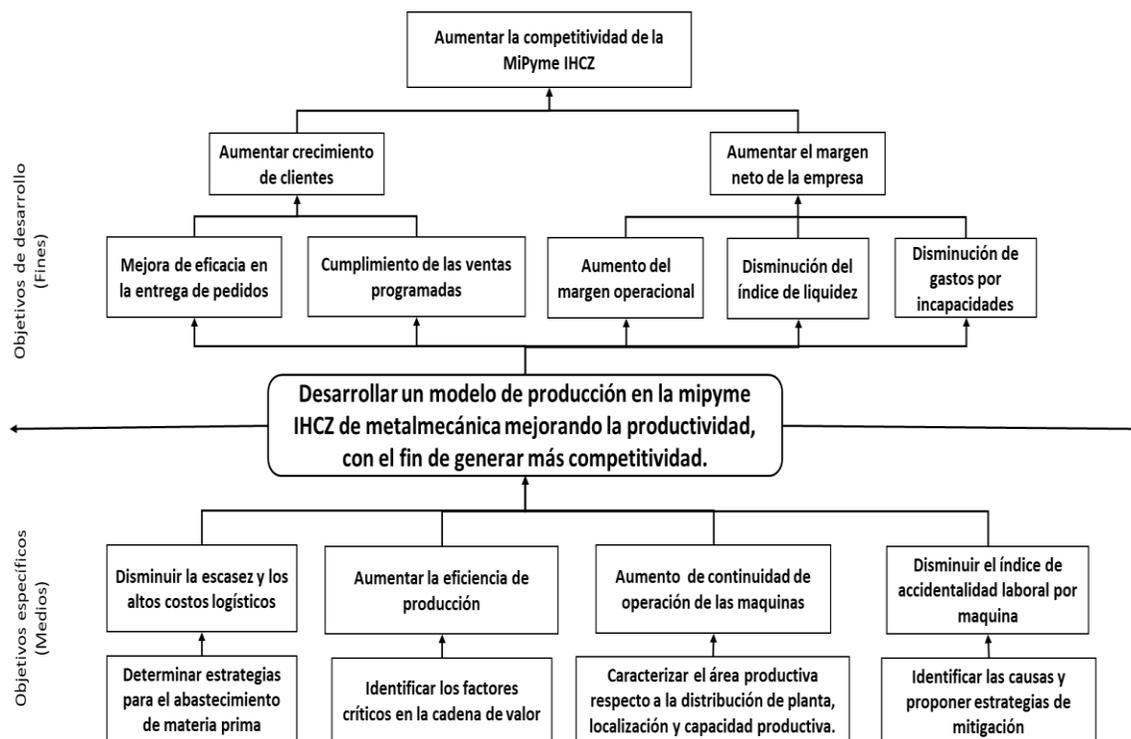
problema descrito anteriormente, y de esta manera elaborar un plan de acción para mejorar la productividad, con todos los recursos estratégicos que sean necesarios y accesible.

El estudio se desarrollará en las áreas que tienen involucrados los procesos necesarios para la obtención de producto final, sin dejar afuera cada una de las áreas involucradas en la toma de decisiones tales como son la administración que juega un papel muy importante, ya que aquí está la debida planificación para poder mantener el proceso productivo. Finalmente, con esto se podrán dar a conocer los resultados positivos, que se lograrán y qué herramientas podrán ser susceptibles de ser utilizadas para incrementar la productividad.

### 3 Objetivos

A continuación, se presenta el árbol de objetivos realizado a partir de las causas y efectos identificados en el árbol de problemas.

#### 3.1 Árbol de objetivos



**Figura 16.** Árbol de objetivos de la empresa IHCZ (Autoría propia).

En base a la información del árbol, se presenta el objetivo general de la investigación, y los objetivos específicos que se desarrollaron durante la investigación y ayudaron al cumplimiento del objetivo general.

#### 3.2 Objetivo general

Elaborar un modelo conceptual de producción y operaciones en la *mipyme* IHCZ de metalmecánica mejorando la productividad, con el fin de generar más competitividad.

#### 3.3 Objetivos específicos

Identificar los factores críticos en la cadena de valor de la *mipyme* IHCZ.

Identificar el comportamiento del mercado de la *mipyme* IHCZ para determinar nuevas oportunidades de mercado y nuevas estrategias de marketing.

Analizar los costos logísticos en el proceso de obtención de la materia prima e identificar la mejor alternativa para la empresa.

Caracterizar el área productiva de la *mipyme* IHCZ respecto a su distribución de planta, localización, capacidad productiva y seguridad.

## 4 Marco referencial

### 4.1 Antecedentes de la investigación

Mediante la búsqueda de información sobre investigaciones basadas en diseño de modelos de producción, se recopilaron diferentes autores, los cuales se enfocan en un diagnóstico, apropiación de información y recopilación de datos para el aumento de la productividad en una organización:

En la investigación de (Vilcarromero Ruiz, 2013) nombrada, “La gestión de la producción”, donde se encuentran que realizaron siete pasos para el desarrollo de la investigación así: (a) Enfocado en el proceso productivo de la empresa, analiza el ciclo operativo. (b) Identifica y desarrolla las etapas de la administración de operaciones: planteamiento, organización, dirección y control, (c) Identifica la administración de la cadena de valor y, (d) Para las decisiones estratégicas de la administración, desarrolla: diseño de bienes y servicios, administración de la calidad, estrategia del proceso, estrategia de localización, estrategia de distribución de instalaciones, recursos humanos, administración de la cadena de suministro, administración de inventario, programación y mantenimiento (pp. 18-54).

En el trabajo de “diseño de producción y operaciones para manufactura en orfebrería” (Pachon Ruiz, 2015) (Zamora Crespo, 2015) (pp. 121-140), el objetivo del trabajo es “diseñar un sistema de producción y operaciones para manufactura joyera, determinando su factibilidad teórica en el desarrollo de un futuro emprendimiento empresarial” para lo cual el autor: (a) Describe los productos y/o servicios de la compañía: filosofía corporativa y analiza el segmento estratégico y propuesta de valor, (b) Describe los procesos: línea de producción, tipos de distribución, procesos y subprocesos, analiza las tendencias y estacionalidades, determina la cantidad de producción y realiza un sistema de pronóstico, (c) Propone indicadores de gestión: indicadores estratégicos, indicadores operativos, indicadores logísticos, (d) Realiza un sistema de costeo y productividad, (e) Analiza y compara el sistema actual de la empresa con el sistema de producción y operaciones diseñado.

Se analizó la metodología utilizada por (Gallo Gallo, 2016) (Patarroyo Ostos, 2016) en su trabajo de grado titulado “Diseño de un modelo de gestión de la producción en la empresa Induplas sa”, en donde los autores: (a) Primero realizan un diagnóstico: identificación de los recursos y niveles de producción, (b) Realizan estrategias de manufactura, (c) Diseñan el modelo de gestión de la producción: pronostica la demanda para cada producto, realiza un plan agregado de producción, realiza un plan maestro de producción, realizan un plan para controlar la temperatura

de la planta y un plan de mantenimiento de las máquinas. (d) Realizan conclusiones y proporcionan las recomendaciones para la empresa.

Cada uno de los trabajos investigados tiene diferentes enfoques para resolver un objetivo que es muy parecido al del presente trabajo investigativo, la teoría y las herramientas utilizadas por los autores puede ser utilizada para el presente trabajo de grado y de gran ayuda para lograr el objetivo específico que es el desarrollo del modelo de gestión de la producción para la empresa metalúrgica ubicada en la ciudad de Soacha Cundinamarca, el tipo de procedimiento para la determinación de las métricas de selección del tipo de sistema de Gestión de la Producción para lograr determinar cuál podemos utilizar para el desarrollo del trabajo de grado y dependiendo del resultado la selección de los parámetros, definición de puntuación para cada parámetro y así la selección del sistema de gestión de la producción.

## **4.2 Marco teórico**

Para fines de este proyecto de grado se referenciaron cinco autores diferentes, en los que respecta a un proyecto de diseño de gestión de la producción, estos son: W. Edwards Deming, Olavarrieta de la Torre Jorge, Muther Richard, Baca Urbina Gabriel y Domínguez Machuca José Antonio.

### **4.2.1 Estudio de mercado.**

(Baca Ubina, 2013) en su libro “Evaluación de proyectos” habla acerca del estudio de mercado y explica cómo realizar el análisis de la demanda, análisis de la oferta, análisis de los precios y análisis de la comercialización. La investigación debe proporcionar información que sirva para la toma de decisiones y debe tener las siguientes características:

- a) La recopilación de la información debe ser sistemática
- b) El método de recopilación debe ser objetivo y no tendencioso.

Pasos que se deben seguir para el análisis de mercado:

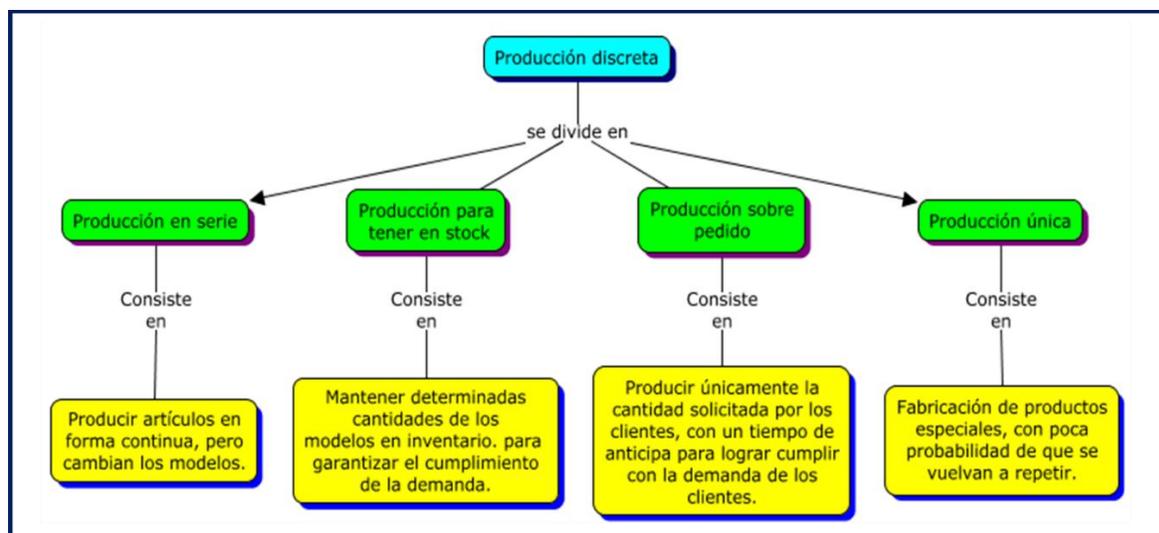
- a. Definición el problema
- b. Definir hipótesis
- c. Definir universo y muestra de investigación
- d. Necesidades de información
- e. Diseño de recopilación y tratamiento estadístico de los datos.
- f. Procesamiento y análisis de los datos

### 4.2.2 Reacción en cadena de la calidad, productividad y competitividad.

(Deming, 1989) en su libro “Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis” explica la reacción en cadena de la calidad, productividad, reducción de costes y conquista del mercado, aclarando lo que es un sistema estable de dificultades en una planta de fabricación y explica porque el sistema es estable, el autor enuncia que cuando se mejora de la competitividad decrecen los costos porque hay menos reprocesos, menos equivocaciones y menos retrasos, se utiliza mejor el tiempo-máquina y los materiales, por consiguiente mejora la productividad, además se conquista el mercado con la mejor calidad y el precio más bajo y se permanece en el mercado lo que genera más empleo, el autor llama a esto reacción en cadena, explica que la baja calidad significa costes elevados.

### 4.2.3 Planeación y control de la producción.

**4.2.3.1. Tipos de producción.** Olavarrieta de la Torre Jorge en su libro “Conceptos generales de productividad, sistemas, normalización y competitividad para la pequeña y mediana empresa” presenta los diferentes tipos de producción continua, discreta y producción intermedia como la textil que es continua pero no es del tipo de proceso y expresa que a su vez la producción discreta se divide en:



**Figura 17.** Tipos de producción que responden a la producción discreta, (Autoría propia).

**4.2.3.2. Pronóstico de ventas.** (Olavarrieta de la Torre, 1999) expresa que la manera más usual de iniciar un plan de producción basado en la demanda del producto es elaborar un pronóstico, a su vez el pronóstico de la demanda de basa en su información referente al pasado y enuncia varias

técnicas para establecer un pronóstico, tales como, series de tiempo que consiste en encontrar la relación que ha habido en el pasado entre el tiempo y el volumen de ventas, también puede establecerse entre los meses y las ventas del mes, el periodo puede ser de una semana, un año, según conveniencia, la relación puede determinarse mediante graficas o por medio de regresión lineal o exponencial, en conclusión a lo que se desea llegar es a establecer tres aspectos:

- a. El nivel de las ventas durante el periodo
- b. La tendencia, es decir, el incremento o disminución que ocurre de un periodo a otro.
- c. La estacionalidad, es decir, el ajuste que en el nivel de ventas ocurre por causas muy variadas, relacionadas con un ciclo: el año, el clima, la moda.

Según (Olavarrieta de la Torre, 1999) una técnica usada para mejorar los pronósticos es la atenuación exponencial, el cual, consiste en afectar el pronóstico correspondiente a un periodo, con una corrección proporcional al monto real detectado en el periodo inmediatamente anterior así:

$$F = \alpha A + (1 - \alpha)B \quad (1)$$

Donde:

F: Nuevo pronostico

$\alpha$ : Constante de suavización

A: Demanda real del periodo anterior

B: Pronóstico del periodo anterior

**4.2.3.3. Plan maestro de producción.** Según (Olavarrieta de la Torre, 1999) una vez que se tiene el pronóstico de ventas, el siguiente paso en la planeación de la producción es la elaboración del plan maestro de producción, el cual consiste en determinar para cada producto la cantidad que debe fabricarse en cada periodo del año (mes, semana, año, etc.) y se procede a desarrollar un plan detallado de producción a partir del plan maestro y de los siguientes datos:

- a. Hoja de ruta de cada producto, es decir la descripción de los procesos de producción que lleva cada uno de los productos y de los requerimientos de materiales, herramientas, componentes, equipos, etc.
- b. Los datos de tiempo de producción para cada uno de los procesos de cada producto.
- c. La capacidad de producción de cada uno de los procesos productivos.

El plan maestro de producción se debe elaborar para todo el periodo (mes, semana, año, etc.) con posibilidad de ser actualizado modificado si cambian las circunstancias. El plan detallado se enfoca a corto plazo.

**4.2.3.4. Plan detallado de producción.** Se debe saber en detalle lo que se va a fabricar en las próximas semanas y a partir de esos datos se elaboran las órdenes de producción, así como los vales de almacén, los cuales sirven para que los insumos sean retirados de almacén y enviados a producción. Dependiendo del tipo de producción el plan detallado se puede representar en graficas de Gantt o simplemente puede consistir en una relación de órdenes de producción con sus fechas de inicio, terminación y prioridad.

Seguimiento del plan de producción. También llamado control de piso y consiste en verificar que se cumpla con lo planeado, (Olavarrieta de la Torre, 1999) dice que para llevar a cabo esta verificación de forma sistémica se tienen reportes de los producido y de lo que no se pudo cumplir así como las causas del incumplimiento, por lo tanto se requiere una retroalimentación para replantear y reprogramar.

Capacidad de producción: Está ligada a varias circunstancias como, la velocidad de la máquina, eficiencia del operario, interrupciones por mantenimiento del equipo, necesidad de preparación de máquina y frecuencia de los cambios de producción. Para lo cual se requiere efectuar estudios de máquina y trabajadores, así como también levantar estadísticas de frecuencia y tiempo de mantenimiento, de tamaño de los lotes de producción y tiempos de preparación de máquina.

Teoría de restricciones: Es importante conocerlas porque cada una de las actividades que engloban un proceso productivo no tienen la misma capacidad, de hecho, la capacidad está fijada en la capacidad mínima que exista en las actividades que componen el proceso, algunas veces se pueden remediar mediante el trabajo en horas adicionales. El secreto de mejora de los resultados estriba en lograr el máximo flujo de productos con el mínimo de inventario en proceso.

#### **4.2.4 Competitividad.**

Según (Olavarrieta de la Torre, 1999) la competitividad de la empresa depende fundamentalmente de:

- a. Los costos: ya que repercuten directamente en los precios.
- b. La calidad: que debe corresponder con las expectativas del cliente.
- c. El servicio: que debe proporcionar a sus clientes.

- d. La oportunidad: que está relacionada con el tipo de respuesta a las demandas del mercado, tanto a tiempo de entrega como en desarrollo oportuno de nuevos productos.

#### **4.2.5 Costos de producción.**

El sistema de costos consta de los siguientes componentes:

- a. Estimación de costos
- b. Determinación de costos estándar
- c. Centro de costos o de responsabilidad
- d. Control presupuestal
- e. Costeo basado en la actividad

**4.2.5.1 Clasificación de los costos.** Pueden ser costos fijos, los cuales no se afectan por la cantidad de trabajo que se realice (arriendo, seguros), los costos variables son los que varían directamente con la cantidad de trabajo que se realiza (materia prima cuyo costo es proporcional a la cantidad de artículos que se fabriquen), los costos semivARIABLES son los que varían con la actividad realizada pero tienen una parte constante (costo de esfuerzo de ventas o gasto de ventas que no suele variar directamente con el número de productos vendidos), el costo directo es el costo de la materia prima más la mano de obra, el costo indirecto son todos aquellos costos que no tienen una relación directa con el producto (costo de energía eléctrica), el costo estándar es el costo que debe de ser en situaciones estables de la empresa contra el que se puede comparar el costo incurrido (producto, operación o proceso), el costo marginal es el costo directo de un producto.

#### **4.2.6 Distribución en planta.**

Según (Muther, 1970) los objetivos básicos de una distribución de planta deben ser:

1. Integración conjunta de todos los factores que afecten a la distribución
2. Movimiento del material según distancia mínima
3. Circulación del trabajo a través de la planta
4. Utilización efectiva de todo el espacio
5. Satisfacción y seguridad de los trabajadores
6. Flexibilidad de operación para facilitar cualquier ajuste

Según (Muther, 1970) para el diseño de planta se deben evaluar ocho factores importantes descritos a continuación:

- a. Factor material, incluyendo diseño, variedad, cantidad, operaciones necesarias y su secuencia.

- b. Factor maquinaria, abarcando equipo de producción y herramientas, y su utilización.
- c. Factor hombre, involucrando la supervisión y los servicios auxiliares, al mismo tiempo que la mano de obra directa.
- d. Factor movimiento, englobando transporte inter o intra departamental, así como manejo en las diversas operaciones, almacenamientos e inspecciones.
- e. Factor espera, incluyendo los almacenamientos temporales y permanentes, así como las esperas.
- f. Factor servicio, cubriendo el mantenimiento, inspección, control de desperdicios, programación y lanzamiento.
- g. Factor edificio, comprendiendo los elementos y particularidades interiores y exteriores del mismo, así como la distribución y equipo de las instalaciones.
- h. Factor cambio, teniendo en cuenta la versatilidad, flexibilidad y expansión.

#### **4.2.7 Alternativas para la capacidad disponible necesaria a corto y mediano plazo.**

(Dominguez Machuca, 1995) en su libro “ Dirección de operaciones: aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios”, propone una serie de alternativas para adecuar la capacidad disponible en las que incluye: contratación o despidos, programación de vacaciones, realización de horas extras o tiempos ociosos en determinados periodos, movilidad del personal, utilización de rutas alternativas, subcontratación, variaciones del volumen de inventario, reajuste del tamaño de los lotes de pedidos, el autor enumera además una serie de factores a considerar en la elección de alternativas:

- a. Las limitaciones del entorno en que la empresa se desenvuelve
- b. Las políticas de la empresa, que van a definir las reglas del juego.
- c. El plazo disponible para poner la alternativa en marcha y corregir el ajuste.
- d. El tipo y volumen de la divergencia, capacidad disponible/carga.

#### **4.2.8 Tipos de desperdicio.**

Según (Araceli, 2012) en su libro “Administración y mejora continua” explica que como resultado de una serie de investigaciones que la empresa Toyota llevo a cabo en los procesos, se concluyó que en todo tipo de proceso de producción o servicio están presentes siete tipos de desperdicio:

- a. Sobre producción

- b. Espera
- c. Transporte innecesario
- d. Procesamiento incorrecto
- e. Inventarios
- f. Movimiento innecesario
- g. Productos defectuosos o rehacer el trabajo realizado

### 4.3 Marco conceptual

#### 4.3.1 Ciclo de mejora continua PHVA.

El ciclo de mejora continua (planear, hacer, verificar y actuar) fue ideado para mejorar la productividad y calidad de una empresa manufacturera o de servicios. Se debe realizar las siguientes acciones:



**Figura 18.** Proceso de mejora continua, tomado del libro “administración y mejora continua” (Araceli, 2012)

#### 4.3.2 Método cualitativo por puntos para localización de plantas.

Consiste en definir los factores determinantes de una localización para asignar valores ponderados de peso relativo, de acuerdo con la importancia que le atribuya el investigador. Los pasos para desarrollar el método según (Herbas Contreras, 2020) son:

1. Desarrollar una lista de factores relevantes
2. Designar un peso a cada factor para indicar su importancia relativa
3. Asignar una escala común a cada factor

4. Calificar a cada sitio potencial de acuerdo con la escala designada y multiplicar la calificación por el peso.
5. Sumar la calificación de cada sitio y elegir el de la máxima puntuación

#### **4.3.3 Análisis de punto de equilibrio.**

Es un análisis realizado para determinar el número de unidades que se deben vender para alcanzar un equilibrio entre el total de costos y el total de ingresos, donde se define que a partir de la venta de ese número de unidades que arroja la fórmula de punto de equilibrio, se empieza a generar utilidades y es rentable para la empresa. Para calcular el punto de equilibrio es necesario tener perfectamente determinado el comportamiento de los costos (Costos Fijos, Costos Variables).

Existen tres métodos para determinar el punto de equilibrio:

- Método de la ecuación.
- Método del margen de contribución.
- Método gráfico.

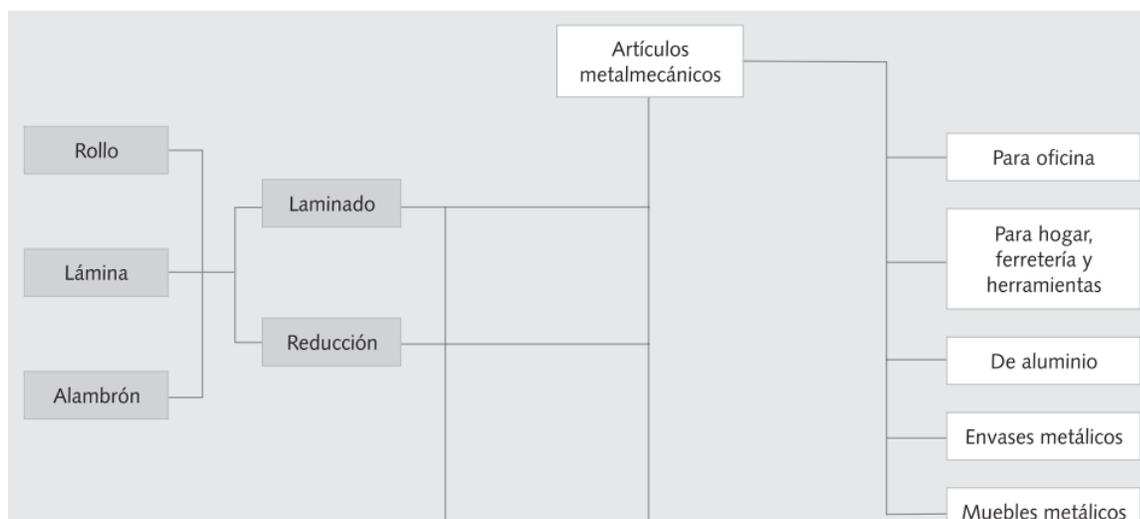
#### **4.3.4 Industria metalmecánica.**

**4.3.4.1. La pequeña y mediana industria del sector metalmecánico.** Es bien sabido que las pequeñas y medianas empresas son las más generadoras de empleo en nuestro país. Las MiPymes se caracterizan por su capacidad y rapidez para incrementar los niveles de inversión y producción, tienen una gran facilidad y aportación a la economía del país.

Según la ley 590 por la cual se dictan disposiciones para promover el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresa, las mipymes se clasifican así (Defensoria.gov, 2000):

- Microempresa: Personal no superior a 10 trabajadores. Activos totales inferiores a 501 salarios mínimos mensuales legales vigentes
- Pequeña empresa: Personal entre 11 y 50 trabajadores. Activos totales mayores a 501 y menores a 5.001 salarios mínimos mensuales legales vigentes.
- Mediana empresa: Personal entre 51 y 200 trabajadores. Activos totales entre 5.001 y 15.000 salarios mínimos mensuales legales vigentes.

**4.3.4.2. Descripción y estructura de la cadena productiva.** El sector metalmeccánico se divide en varios eslabones, el que aplica en el presente estudio es, “herramientas y artículos para hogar y ferretería”. A continuación, se muestra la parte de la cadena productiva simplificada correspondiente a la empresa en estudio.



**Figura 19.** Estructura simplificada de la cadena de valor (planeación, 2003)

#### 4.4 Marco legal

A continuación, se presenta el marco legal en donde se encuentran las leyes o normas, que son aplicadas para la empresa y su respectiva entidad reguladora.

##### 4.4.1 Normativas internas, ambientales, importación y regulación.

Tabla 1.

*Normatividad que rige la actividad económica realizada por la empresa IHCZ*

Norma/ley	Aplicación	Entidad reguladora
Decreto no 1074 de 26 de mayo de 2015	Decreto único de reglamentación del sector comercio, industria y turismo.	Superintendencia de industria y comercio
Decreto no 670 del 25 de abril de 2017	Modificación al decreto único de reglamentación del sector, industria y turismo.	Superintendencia de industria y comercio
Ley de prevención de riesgos laborales (ley 31/1995, de 8 de noviembre. Boe n. ° 269 de 10 de noviembre).	Promover la seguridad y la salud de los trabajadores y que estableció las garantías y responsabilidades necesarias para garantizar el adecuado nivel de protección de la salud	Ministerio de trabajo arl
Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre. Boe n. ° 311 de 28 de diciembre, modificado por el real decreto 159/1995 de 2 de febrero. Boe n. ° 57 de 8 de marzo, y por la orden de 20 de febrero de 1997. Boe n. ° 56 de 6 de marzo).	Reglamento sobre comercialización de equipos de protección individual	Ministerio de trabajo arl
Decreto 1435/1992 de 27 de noviembre (boe 11.12.92)	Relativo a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.	Ministerio de trabajo arl

Decreto 363/1995 de 10 de marzo (boe 5.6.95)	Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas	Ministerio de trabajo arl
Decreto 485/1997, de 14 de abril	Sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (boe 23-4-97)	Ministerio de trabajo arl
Decreto 486/1997, de 14 de abril	Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo	Ministerio de trabajo arl
Decreto 773/1997, de 30 de mayo	Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual	Ministerio de trabajo arl
Decreto 1215/1997, de 30 de mayo	Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo	Ministerio de trabajo arl
Decreto 786/2001, de 6 de julio	Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales	Ministerio de trabajo arl
R.d. 1244/1979, de 4.04 m. Ind. Y e. Bb.oo. E., 29.05, rect. 28.06.1979	Reglamento de aparatos a presión completado por las instrucciones técnicas complementarias itc-mie-ap	Ministerio de trabajo arl
R.d. 668/1980, de 8.02 (m. Ind. Y e., b.o.e. 14.04.1980)	Reglamento de almacenamiento de productos químicos completado por las instrucciones técnicas complementarias itc-mie-apq	Ministerio de trabajo arl
Decreto no 1074 de 26 de mayo de 2015	Decreto único de reglamentación del sector comercio, industria y turismo.	Superintendencia de industria y comercio
Norma/ley	Aplicación	Entidad reguladora

Decreto no 670 del 25 de abril de 2017	Modificación al decreto único de reglamentación del sector, industria y turismo	Superintendencia de industria y comercio
Ntc 6034	Etiquetado ambiental, criterios ambientales para elementos de acero	Icontec
Ntc 6018	Etiquetado ambiental, decapado y terminado del producto no genere impacto negativo al medio ambiente	Icontec
Iso 9001	Base del sistema de gestión de la calidad, dos los elementos de administración de calidad con los que una organización debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar sus productos y servicios	Bureau veritas
Ntc 5711	Lámina de acero al carbono, con recubrimiento metálico y no metálico para componentes de perfiles conformados en frío	Icontec
Ntc 3970	Materiales mecánicos ensayo de dureza, validación decapada químico no afecte el medio ambiente	Icontec
Ntc 3205	Guía de plásticos. Sistema de codificación	Icontec
Iso 14001	Sistemas de gestión ambiental, requisitos con orientación para su uso	Bureau veritas
Iso 14021	Etiquetas y declaraciones ambientales. Auto declaraciones ambientales, etiquetado ambiental tipo ii	Bureau veritas
Decreto 2685/99 art.236 y la resolución 4240/00 art. 154 al 157	División de arancel, valor, registro y control	Dian

**Nota.** Adaptada de fuente (ambiente, s.f) (icontec, s.f) (propia, s.f.)

Aspectos Ambientales	Etapas del ciclo de vida						
	Manejo materias primas	Fabricación	Embalaje	transporte	Uso	Disposición final	Requisito de la NTC
Uso y disponibilidad de recursos	X	X	X	X			4.3, 4.4, 4.5, 4.6
Consumo de energía	X	X	X	X			4.3, 4.4, 4.5, 4.6
Emisiones al aire	X	X		X			4.3, 4.4, 4.5
Vertimientos al agua		X					4.4
Vertimientos al suelo		X					4.4
Generación de residuos	X	X	X		X	X	4.3, 4.4, 4.6, 5
Afectación de fauna y flora	X						4.3
Salud humana	X	X	X	X	X		4.3, 4.4, 4.5, 4.6

**Figura 20.** Etapas de ciclo de vida y requisitos de la NTC 6034 (minambiente, s.f.)

## **5 Marco metodológico**

En el presente capítulo se explica el tipo de investigación a utilizar, las variables dependientes e independientes, las restricciones y supuestos de la investigación. Se determinó la hipótesis, el tamaño de la población y la muestra, junto con el tipo de muestreo que se utilizó y por último se encuentran las fuentes, técnicas y herramientas de recolección de información para la investigación.

### **5.1 Tipo de investigación**

Se aplicará para el desarrollo del proyecto el tipo de investigación proyectiva, según (Hurtado de Barrera, 2000) “consiste en la elaboración de una propuesta o de un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y las tendencias futuras” pp.(325).

### **5.2 Variables del problema**

A continuación, se muestran los supuestos, variables independientes y variables dependientes, así como las fuentes de información, técnicas e instrumentos de recolección, hipótesis de investigación, el tamaño poblacional y la muestra.

#### **5.2.1 Variables independientes.**

- Mercado
- Productividad
- Competitividad
- Producción

#### **5.2.2 Variables dependientes.**

a. Tangibles:

- materia prima
- producto

b. Intangibles:

- mano de obra
- seguridad
- localización
- capacidad

c. Estratégicas:

- Pronostico

### **5.3 Restricciones**

- a. A causa de la Pandemia presentada para la fecha de elaboración de la presente investigación, no se pudieron realizar las encuestas del estudio de mercado al total de la población muestreada.
- b. La comunicación con las empresas escogidas para proveer a la empresa IHCZ la lámina reutilizada, no se pueden contactar a causa de la pandemia.

### **5.4 Supuestos**

- a. La población objeto de estudio para realizar la investigación, son los estratos uno, dos y tres.
- b. Los consumidores de los productos están ubicados en Bogotá en las localidades de Suba y Kennedy.
- c. El análisis de proveedores se debe realizar en el municipio de Soacha Cundinamarca, en Bogotá específicamente en el barrio Ricaurte y en el municipio Mosquera Cundinamarca.
- d. El universo escogido está enfocado en presentar los productos y conocer las tendencias de los consumidores frente a estos e identificar los potenciales clientes.

### **5.5 Hipótesis de investigación**

Es factible que, mediante el uso y aplicación de herramientas de ingeniería para la investigación y análisis del proceso productivo, se logre proponer un modelo conceptual de producción que estratégicamente aumente la productividad de la empresa IHCZ.

### **5.6 Tamaño poblacional y muestra**

Se utiliza un tipo de muestreo probabilístico estratificado ya que se segrega la población escogida por categorías hasta ubicar el grupo de personas más significativo para el estudio.

#### **5.6.1 Tamaño poblacional.**

El alcance del proyecto abarca las dos localidades más representativas de Bogotá (Suba y Kennedy) con una población de 2.513.478 habitantes con el 64.76% entre las edades de 19-59 años. Para establecer el nivel socioeconómico segregamos a los estratos 4 y más, tomando solamente los estratos 1,2 y 3 con el 46.02% de la población. Siendo el universo verdadero una población de 1.156.757 habitantes.

#### **5.6.2 Muestra poblacional.**

Utilizando la fórmula del infinito con  $N > 100.000$ , nivel de confianza del 85% y margen de error del 5%:

$$n = \frac{NZ_a^2pq}{d^2(N-1) + Z_a^2pq} \quad (2)$$

En donde:

N: Tamaño de la población

Z: Nivel de confianza

p: Probabilidad de éxito, o proporción esperada

q: Probabilidad de fracaso

d: precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

$$n = \frac{1167757(1.44^2)(0.5)(0.5)}{0.05^2(1167757-1) + (1.44^2)(0.5)(0.5)} \quad (3)$$

$$n = 208 \text{ habitantes} \quad (4)$$

Obteniendo como resultado una muestra de 208 habitantes como muestra poblacional para el estudio investigativo.

### 5.7 Fuentes de información

- a. Documentación empresa
- b. Libros de diseño
- c. Libros de estudios de factibilidad de proyectos
- d. Bases de datos Universitaria Agustiniiana
- e. Repositorios universidades
- f. Documentos online
- g. Páginas web del estado como: DPN y DANE

### 5.8 Técnicas e instrumentos de recolección de la información

#### 5.8.1 Técnicas de recolección de información.

- a. Guías de observación
- b. Guía de entrevista
- c. Cuestionarios

#### 5.8.2 Instrumento de recolección de información.

- a. Observación
- b. Entrevista
- c. Encuesta

## **6 Análisis del mercado**

El siguiente estudio de mercado se realizó con el objetivo de identificar cuáles son los factores internos y externos que influyen directamente en el proceso productivo y posteriormente en la comercialización de los productos de la empresa IHCZ. Para tal fin se utilizarán fuentes de información principalmente secundarios, que nos permita elaborar conclusiones y posteriormente estrategias.

### **6.1 Análisis de la demanda del producto**

Debido a políticas macroeconómicas que implementa el gobierno nacional como el otorgamiento de subsidios para las viviendas de interés social; esto genera un motor en la economía desde el sector de la construcción, el cual está directa e indirectamente relacionado con otros sectores industriales; (Dinero, 2019). Por estas razones el soporte para tubo de cortina ha tenido un aumento constante en su demanda para implementación en viviendas de estratos 1, 2 y 3.

#### **6.1.1 Cálculo de la demanda.**

Se calcula la demanda efectiva para el mercado del soporte doble para tubo de aluminio, se calcula con dos clientes, 5.000 unidades por cada uno y doce compras al año respectivamente, obteniendo como resultado una demanda de \$120.000.000 al año. La demanda efectiva para el mercado del soporte sencillo para tubo de aluminio se calcula con dos clientes, 20.000 unidades por cada uno y doce compras al año respectivamente, obteniendo como resultado una demanda de \$240.000.000 al año. El cálculo de las demandas efectivas del mercado para las dos clases de soporte, se encuentran en el anexo a.

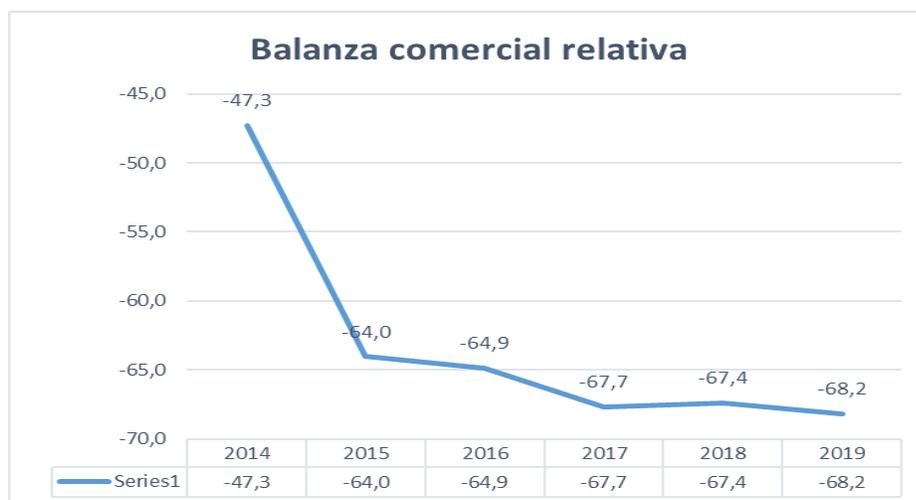
De acuerdo con el comportamiento del mercado se estima una demanda de la empresa para cada uno de los soportes, obteniendo como resultado \$24.000.000 para el soporte doble y \$72.000.000 para el soporte sencillo. El cálculo de las demandas de la empresa se encuentra en el anexo a.

### **6.2 Estudio sectorial**

Para la definición del mercado se realiza un análisis de la competencia del sector metalmeccánico en la economía de Colombia, las importaciones y exportaciones de la “fabricación de otros productos elaborados en metal y actividades de servicio relacionadas con el trabajo de metales” (código CIU 2599).

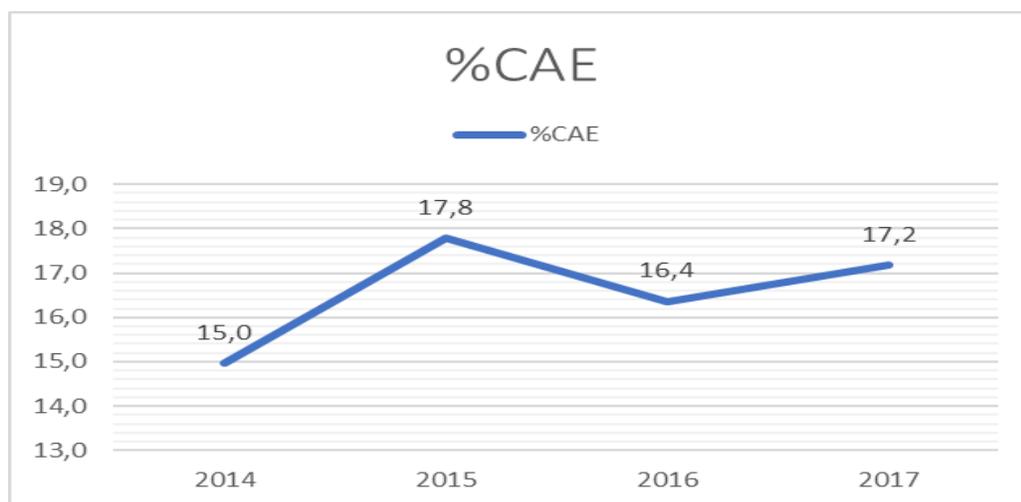
## 6.2.1 Estudio de competitividad del sector.

**6.2.1.1. Balanza comercial relativa.** El rango de la BCR se ubica entre -1 y 1 (los datos están en porcentaje), reflejando en el sector metalmeccánico una desventaja por sus datos negativos en porcentajes, de -47,3% en el año 2014 disminuyó a -68,2% en 2019.



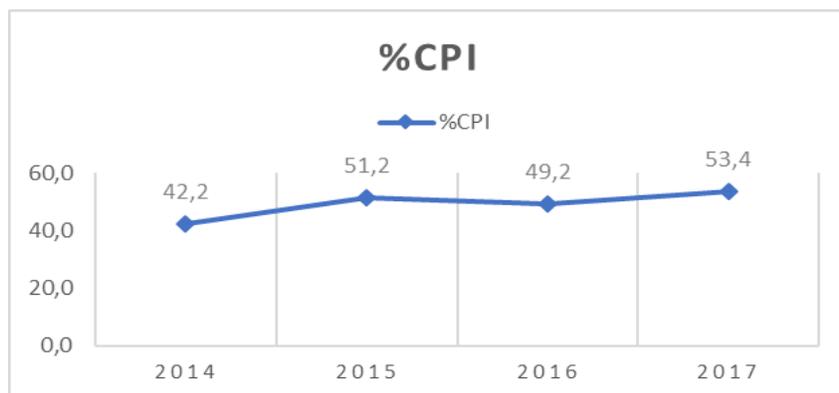
**Figura 21.** Gráfico de comportamiento en el tiempo de la Balanza Comercial Relativa del CIU 259 (DNP, 2020).

**6.2.1.2. Tasa de apertura exportadora.** Refleja la tendencia de la competitividad comercial en cada sector, su aumento muestra que las exportaciones, expresadas en valor, crecen a un mayor ritmo que la producción, evidenciando un 15% en 2014 y aumentando a un 17,2% en 2017.



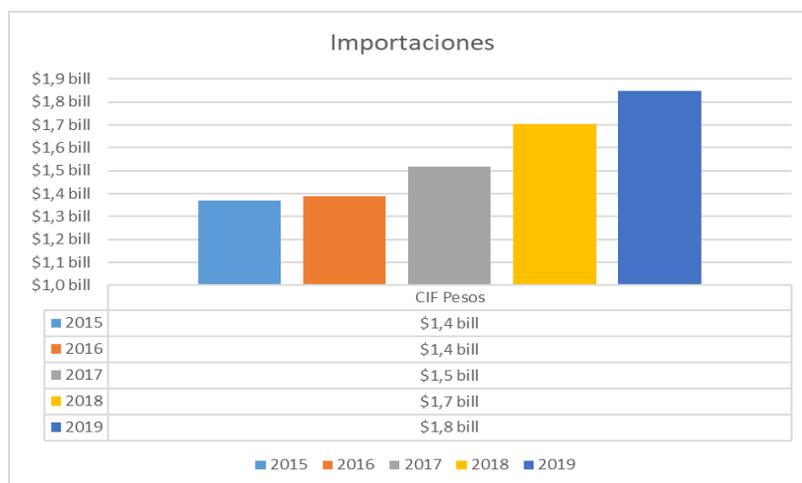
**Figura 22.** Gráfico de comportamiento en el tiempo de la apertura exportadora de CIU 259 (DNP, 2020).

**6.2.1.3. Tasa de penetración importaciones.** Mide la proporción del mercado doméstico que se abastece con importaciones. Su aumento muestra que las importaciones crecen a un ritmo mayor que el consumo aparente, lo que podría significar una pérdida de participación en el mercado interno y una menor competitividad de los productores nacionales frente a los respectivos productos extranjeros. La tasa ha ido aumentando, pasando de un 42,2% en 2014 a 53,4% en 2017.



**Figura 23.** Gráfico de comportamiento en el tiempo de la tasa de penetración importaciones de CIU 259 (DNP, 2020).

**6.2.1.4. Importaciones.** Cantidad de CIF pesos, CIF dólares, FOB dólares y peso neto en kilos de importaciones de otros productos elaborados en metal (CIU 2599) en los últimos años, donde se observa que ha ido en aumento del 25,96% desde el año 2015-2019, lo cual no es satisfactorio para la empresa ya que se disminuye el consumo del producto nacional en el país.



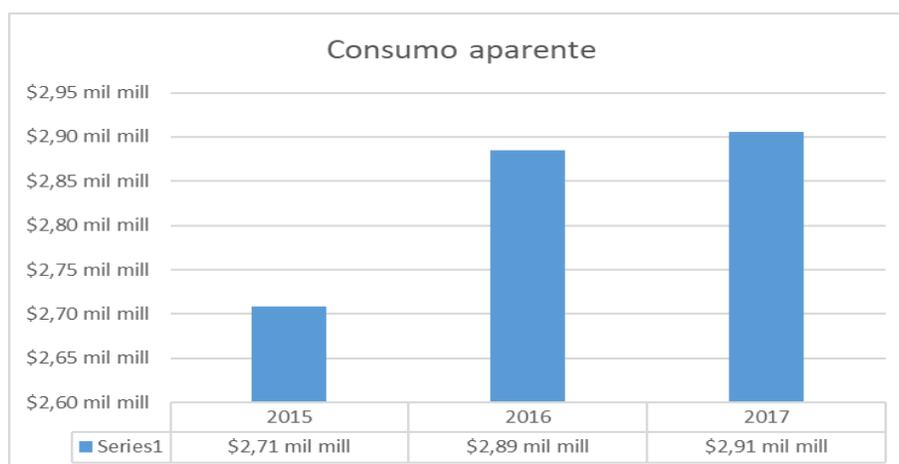
**Figura 24.** Gráfico de comportamiento en el tiempo de las importaciones de CIU 259 (DNP, 2020).

**6.2.1.5. Exportaciones.** Cantidad de FOB dólares, FOB pesos y peso neto en kilogramos de exportaciones de otros productos elaborados en metal (CIU 2599) en los últimos años, observando un comportamiento de aumento de un 20,20% del año 2015 al año 2019, es importante que la empresa llegue a estar dentro de estas empresas exportadoras del país aumentando la economía del país.



**Figura 25.** Gráfico de comportamiento en el tiempo de las exportaciones de CIU 259 (DNP, 2020)

**6.2.1.6. Consumo aparente.** Es la producción nacional de otros productos elaborados en metal (CIU 2599) más las importaciones de estos productos, menos las exportaciones de estos productos, el cual tiene un comportamiento creciente del año 2015-2017, aumentando un 10,87% del año 2016 al 2017 lo que es beneficiosos para el sector.



**Figura 26.** Consumo aparente de CIU 2599 (EAM, 2019)

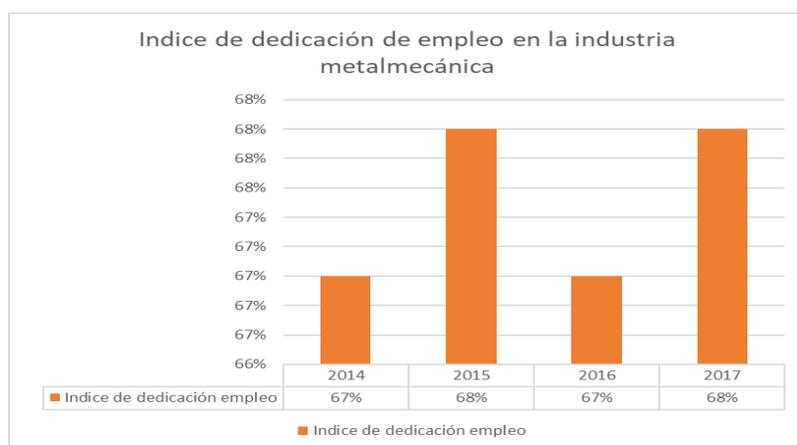
**6.2.1.7. Producto interno bruto.** Tasa de crecimiento en volumen segundo trimestre, industrias manufactureras, fabricación de productos metalúrgicos básicos, donde se observa una disminución del 1.8% del aporte de la industria metalúrgica al PIB del primer trimestre del año 2019 al segundo trimestre del año 2019.

Actividad económica	Tasas de crecimiento		
	Serie original		Serie corregida de efecto estacional y calendario
	Anual	Año corrido	Trimestral
	2019 <sup>PT</sup> - II / 2018 <sup>PT</sup> - II	2019 <sup>PT</sup> / 2018 <sup>PT</sup>	2019 <sup>PT</sup> - II / 2019 <sup>PT</sup> - I
Elaboración de productos alimenticios <sup>2</sup>	0,3	1,5	1,3
Fabricación de productos textiles <sup>3</sup>	-0,8	1,1	-1,3
Transformación de la madera y fabricación de productos de madera y de corcho, excepto muebles <sup>4</sup>	2,4	4,3	-0,9
Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividad de mezcla de combustibles <sup>5</sup>	0,2	0,8	0,3
<b>Fabricación de productos metalúrgicos básicos<sup>6</sup></b>	<b>3,2</b>	<b>5,0</b>	<b>3,2</b>
Fabricación de muebles, colchones y somieres; otras industrias manufactureras	-0,6	-0,2	1,8
<b>Industrias manufactureras</b>	<b>0,6</b>	<b>1,7</b>	<b>1,1</b>

Fuente: DANE, Cuentas nacionales

**Figura 27.** PIB de fabricación de productos metalúrgicos básicos (DANE, DANE, S.F.)

**6.2.1.8. Empleo.** Numero de empresas fabricantes de herramientas, artículos para hogar y ferretería y porcentaje de empleabilidad en estas, donde se observa un índice constante de establecimientos y una pequeña variación de empleabilidad, manteniéndose por cuatro años consecutivos entre el 67% y el 68%.



**Figura 28.** Índice de dedicación de empleo de la industria metalmeccánica (DNP, 2020)

**6.2.1.9. Productividad laboral.** Población ocupada en el sector manufacturero en los últimos años (2015-2019), se observa que el aporte al crecimiento del valor agregado tiene un comportamiento de altos y bajos, se presentó una productividad baja de 0,74% en 2015 y un aumento de 1,26% para el 2016, en 2017 empezó a disminuir y para el 2019 se encuentra en 0.91%.

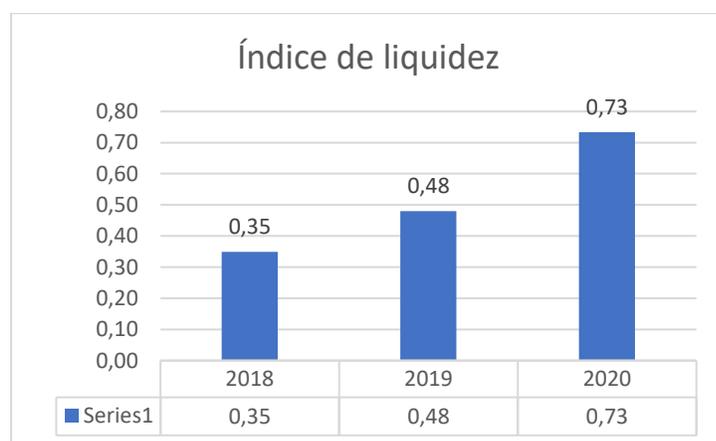


**Figura 29.** Productividad laboral (2015-2019) (estadístico, 2020)

## 6.3 Estudio de microentorno

### 6.3.1 El índice de liquidez.

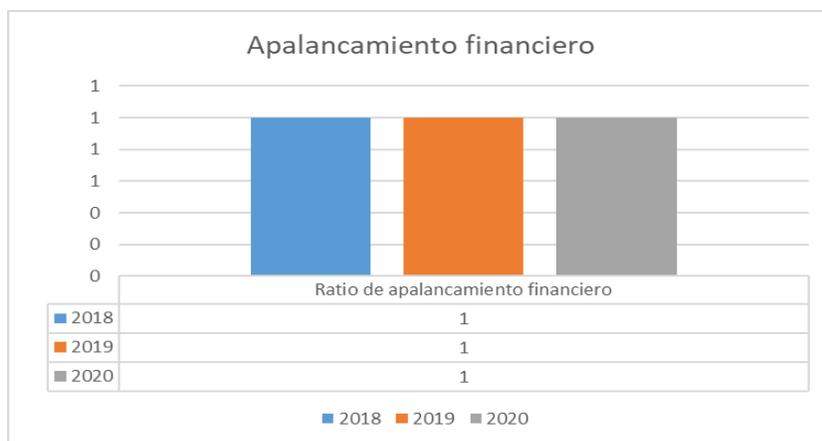
Es referente a la capacidad económica de la empresa, representada en bienes y cuenta corriente en los últimos tres años se encuentra en la figura 30. El índice de liquidez en la empresa IHCZ tiene un comportamiento de aumento con un 0,73% para el 2020.



**Figura 30.** Índice de liquidez. Autoría propia.

### 6.3.2 Apalancamiento financiero.

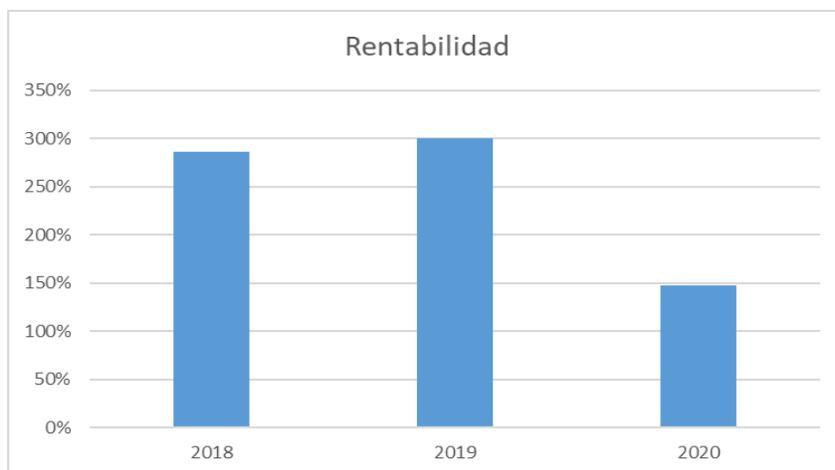
El apalancamiento financiero de la empresa como se muestra en la figura 31, durante los dos últimos años se ha mantenido en uno, lo cual indica que es viable el endeudamiento para la empresa.



**Figura 31.** Apalancamiento financiero. Autoría propia

### 6.3.3 Rentabilidad.

La rentabilidad de la empresa como se evidencia en la figura 12, durante los dos últimos años ha presentado una tendencia a aumentar y en la misma proporción durante el primer cuatrimestre del año 2020.



**Figura 32.** Rentabilidad (Fuente propia)

## 6.4 Evaluación de factores externos (EFE) e internos (EFI) y FODA

A continuación, se muestran las matrices de evaluación externa e interna de la empresa, basado en la información suministrada anteriormente.

### 6.4.1 Matriz EFE.

Mediante la evaluación de factores externos (EFE) identificamos las oportunidades y amenazas del microentorno de la empresa IHCZ; después de ponderar y clasificación de cada de los factores externos aceptamos un total de 3,24 como suma de los resultados de los factores.

EVALUACION DE FACTORES EXTERNOS (EFE)				
	Factores externos claves	Valor	Clasificación	Valor ponderado
Oportunidades	Las exportaciones estas creciendo más rápido que la producción, aumentando del año 2018-2019 un 23%	0,2	4	0,8
	Baja competencia de exportación a nivel nacional, como lo indica la balanza comercial relativa, la cual solo expresa valores negativos.	0,2	4	0,8
	El consumo aparente del producto, tiene una tendencia a aumentar con relación al crecimiento economico del país, donde aumento 3,5%	0,1	3	0,3
	Nuevos proyectos de infraestructura que impulsan la economía y el consumo como el metro de Bogotá	0,09	3	0,27
	La empleabilidad en el sector se ha mantenido, ha aumentado un 0,01% en el último año	0,05	2	0,1
<b>Subtotal Oportunidades</b>				<b>2,27</b>
Amenazas	El aumento del dólar frente al peso colombiano en un 7,5% desde el año 2018	0,1	1	0,1
	Perdida de participación en mercado nacional por importación del producto fabricado	0,08	3	0,24
	Menor competitividad de los productores nacionales frente a los productores extranjeros	0,09	3	0,27
	La productividad laboral del sector ha disminuido desde el año 2019 un 18%	0,09	4	0,36
<b>Subtotal Amenazas</b>				<b>0,97</b>
<b>TOTAL</b>		<b>1</b>		<b>3,24</b>

**Figura 33.** Evaluación de factores externos (Autoría propia)

### 6.4.2 Matriz EFI.

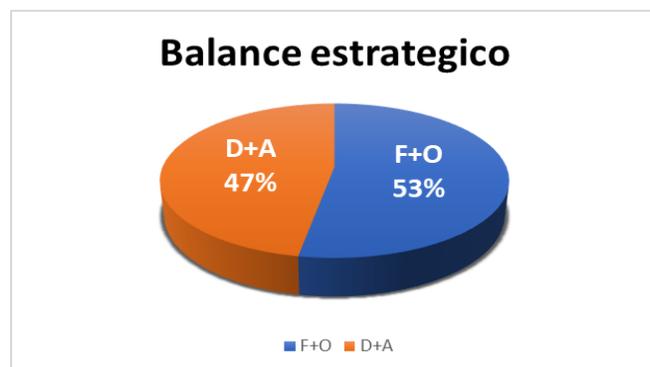
Mediante La evaluación de factores internos, se lograron identificar los factores de oportunidad y fortaleza de la empresa IHCZ; y el total obtenido después de la ponderación y clasificación es de 3,4 lo cual es aceptable para una organización.

<b>EVALUACION DE FACTORES EXTERNOS (EFI)</b>				
	<b>Factores externos claves</b>	<b>Valor</b>	<b>Calificación</b>	<b>Valor ponderado</b>
<b>Fortalezas</b>	Indice de liquidez en los ultimos años en aumento	0,15	3	0,45
	Apalancamiento financiero igual a 1, constante en los ultimos años	0,1	2	0,2
	Indice de rentabilidad anual en aumento	0,2	4	0,8
	Disminución de costos en la optimización del proceso de dobles de los soportes.	0,06	4	0,24
	Costo del producto terminado es bastante competitivo	0,07	3	0,21
<b>Subtotal Oportunidades</b>				1,9
<b>Debilidades</b>	Bajo indice de productividad	0,14	4	0,56
	Escasez de materia prima	0,08	3	0,24
	Alto indice de rotación del personal	0,02	3	0,06
	Inexistencia de un plan de mercadeo	0,08	3	0,24
	Falta de un sistema integrado de gestión de calidad	0,05	4	0,2
	El área actual de la planta no es suficiente	0,05	4	0,2
<b>Subtotal Ame nazas</b>				1,5
<b>TOTAL</b>		1		3,4

**Figura 34.** Evaluación de factores internos (Autoría propia)

### 6.4.3 Matriz FODA.

En la siguiente matriz FODA se suman los puntajes de cada factor, para obtener una suma total y posteriormente obtener los porcentajes de cada uno de los factores evaluados, obteniendo como resultado un balance estratégico de 53% para el factor de optimización, lo cual es aceptable para la empresa y el restante 47% para el factor riesgo.

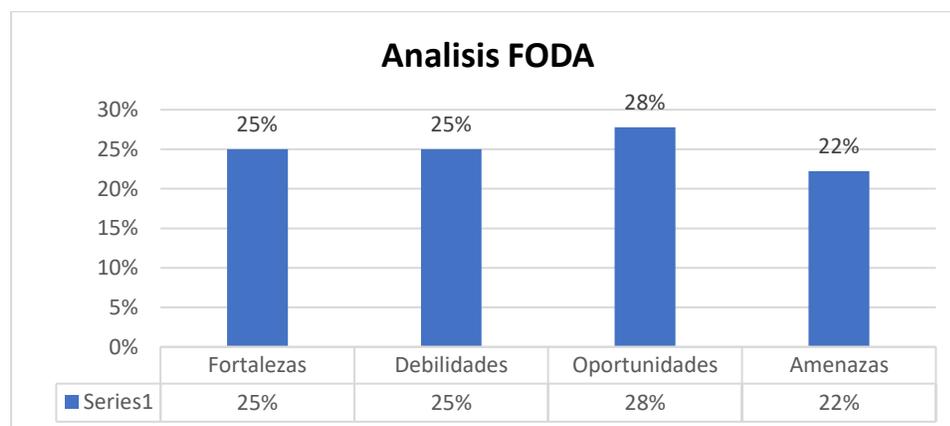


**Figura 35.** Análisis estadístico del balance estratégico. Autoría propia

Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas	
Indice de liquidez en los últimos años en aumento	Bajo indice de productividad	Las exportaciones estas creciendo más rápido que la producción, aumentando del año 2018-2019 un 23%	El umento del dólar frente al peso colombiano en un 7,5% desde el año 2018	9
2	3	3	1	25%
Apalancamiento financiero igual a 1, constante en los últimos años	Escasez de materia prima	Baja competencia de exportación a nivel nacional, como lo indica la balanza comercial relativa, la cual solo expresa valores negativos.	Perdida de participación en mercado nacional por importación del producto fabricado	8
1	2	3	2	22%
Indice de rentabilidad anual en aumento	Alto indice de rotación del personal	El consumo aparente del producto, tiene una tendencia a aumentar con relación al crecimiento economico del país, donde aumento 3,5%	Menor competitividad de los productores nacionales frente a los productores extranjeros	9
3	2	2	2	25%
Disminución de costos en la optimización del proceso de dobles de los soportes.	Inexistencia de un plan de mercadeo	Nuevos proyectos de infraestructura que impulsan la economía y el consumo como el metro de Bogotá	La productividad laboral del sector ha disminuido desde el año 2019 un 18%	10
3	2	2	3	28%
9	9	10	8	36
25%	25%	28%	22%	
<b>Balance estrategico</b>				
Factor de optimización:		F+O	53%	
Factor de riesgo:		D+A	47%	

**Figura 36.** Matriz DOFO (Autoría propia)

En la matriz DOFA cada uno de los factores evaluados como: fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, obtuvieron 25%, 25%, 28% y 22% respectivamente.



**Figura 37.** Análisis DOFA (Autoría propia)

## 6.5 Identificación de nuevas oportunidades de mercado

Para la identificación de nuevas oportunidades de mercado se realiza una encuesta (Anexo b) a una población determinada por los segmentos de mercado más apropiados para el producto que comercializa la empresa IHCZ como se identifica mediante la ficha técnica del estudio de mercado (Figura 39).

<b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>Objetivo</b>	<b>Muestra</b>
Planificar la estrategia de comercialización más adecuada a la naturaleza de los productos de la empresa IHCZ y a las características del usuario o consumidor.	Utilizando la fórmula del infinito con $N > 100.000$ , se obtiene un tamaño de la muestra de 208 habitantes
<b>Grupo objeto</b>	<b>Margen de error</b>
Hombres y mujeres de la localidad de Suba y Kennedy con edades entre 19-59 años, pertenecientes a los estratos 1,2 y 3, interesados en la compra de cortinas.	15%
<b>Tipo de investigación</b>	<b>Nivel de confianza</b>
Concluyente	85%
<b>Metodología de la investigación</b>	<b>Diseño muestral</b>
Cuantitativa	Muestra aleatoria simple
<b>Técnica</b>	<b>Cobertura geográfica</b>
Encuesta online	Bogotá
<b>Universo</b>	<b>Fecha de campo</b>
El alcance del proyecto abarca las dos localidades más representativas de Bogotá (Suba y Kennedy) con una población de 2.513.478 habitantes con el 64.76% entre las edades de 19-59 años. Para establecer el nivel socioeconómico segregamos a los estratos 4 y más, tomando solamente los estratos 1,2 y 3 con el 46.02% de la población. Siendo el universo verdadero una población de <b>1.156.757</b> habitantes	Marzo 15 a 30 de Marzo de 2020

**Figura 38.** Ficha técnica de la investigación de mercado (Autoría propia).

### 6.5.1 Justificación.

El conocimiento preciso del comportamiento del mercado con enfoque en el producto fabricado y el usuario o consumidor pueden ser la clave para toma de decisiones y creación de estrategias de marketing que podrían beneficio a la mipyme IHCZ, generando más rentabilidad para la empresa, siendo así más competitiva y generando empleo en el municipio de Soacha Cundinamarca y así contribuye a la economía del país.

### 6.5.2 Hipótesis.

Ho: “Las medias de las distribuciones de la variable cuantitativa en todos y cada uno de los grupos independientes son iguales”

Hi: “Alguna de las medias de las distribuciones de la variable cuantitativa en todos y cada uno de los grupos independientes son diferente”

### 6.5.3 Metodología..

1. Recolección de información por medio de una encuesta realizada a la muestra poblacional de 385 habitantes de las localidades de Kennedy y Suba, de los cuales solo 171 habitantes contestaron la encuesta correctamente.
2. Tabulación de los datos obtenidos.
3. Análisis estadístico de los datos.
4. Conclusiones para la nueva estrategia de comercialización de la empresa IHCZ.

### 6.5.4 Análisis descriptivo.

Tabla 2.

*Datos estadísticos descriptivos del estrato socioeconómico.*

N	Válido	171
	Perdidos	0
Media		2,33
Error estándar de la media		,050
Mediana		2,00
Moda		2
Desviación estándar		,651
Asimetría		,187
Error estándar de asimetría		,186
Curtosis		-,019
Error estándar de curtosis		,369
Rango		3
Mínimo		1
Máximo		4
Percentiles	25	2,00
	75	3,00

Nota. Autoría propia.

**6.5.4.1 Segmentación por estrato.** En promedio la población estudiada se encuentra en el estrato 2 con una variación de 0.65 de los datos, siendo el estrato 2 el valor que más se repite, con lo cual se observa que más de la mitad de la población se ubica en el estrato 2 y 3 como se muestra gráficamente en la figura 1.



**Figura 39.** Representación gráfica del estrato socioeconómico (Autoría propia).

**6.5.4.2 Segmentación por tipo de vivienda:** entendiéndose que 1, es el tipo de vivienda propia y 2, el tipo de vivienda en arriendo, analizando la situación del mercado actual, más de la mitad de los encuestados vive en un inmueble propio, los datos estadísticos arrojados por la encuesta son confiables ya que tienen una variación de apenas 0.492 como lo muestra la tabla 2, de los datos estadísticos del tipo de vivienda de los encuestados.

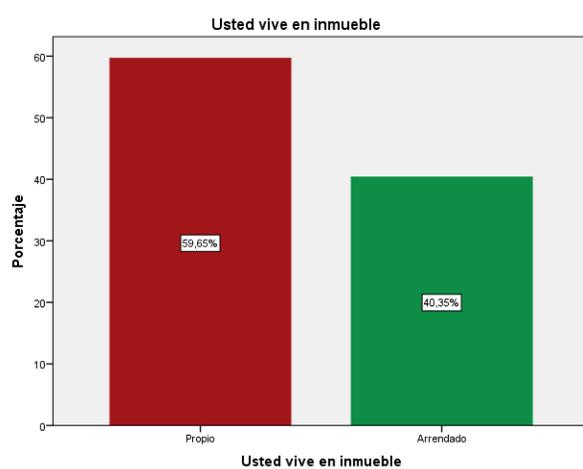
Tabla 3.

*Datos estadísticos descriptivos del tipo de vivienda*

N	Válido	171
	Perdidos	0
Media		1,40
Error estándar de la media		,038
Mediana		1,00
Moda		1
Desviación estándar		,492

Asimetría		,397
Error estándar de asimetría		,186
Rango		1
Mínimo		1
Máximo		2
Percentiles	25	1,00
	75	2,00

Nota. Autoría propia



**Figura 40.** Representación gráfica del tipo de vivienda de los encuestados, (Autoría propia).

**6.5.4.3 Segmentación de mercado futuro:** se realizó la pregunta de si tenían contemplado comprar un inmueble a los encuestados, en lo que más del 50 % respondió que sí (representado con el número 1). En promedio la población encuestada desea comprar un inmueble, en lo que se amplía el mercado para la empresa si esto se efectuara.

Tabla 4.

*Datos estadísticos descriptivos de la adquisición de inmuebles*

N	Válido	171
	Perdidos	0
Media		1,35
Error estándar de la media		,036

Mediana		1,00
Moda		1
Desviación estándar		,477
Rango		1
Mínimo		1
Máximo		2
Percentiles	25	1
	75	2

*Nota.* Autoría propia

#### 6.5.4.4 Segmentación por respuesta de los posibles clientes.

- a. Segmentación por beneficios: El enfoque analizado mediante la siguiente variable de factores de compra fue el beneficio del producto hacia los clientes, en donde se identificó que al mayor número de encuestados al comprar el tipo de cortina para su inmueble tienen en cuenta la durabilidad y el precio.

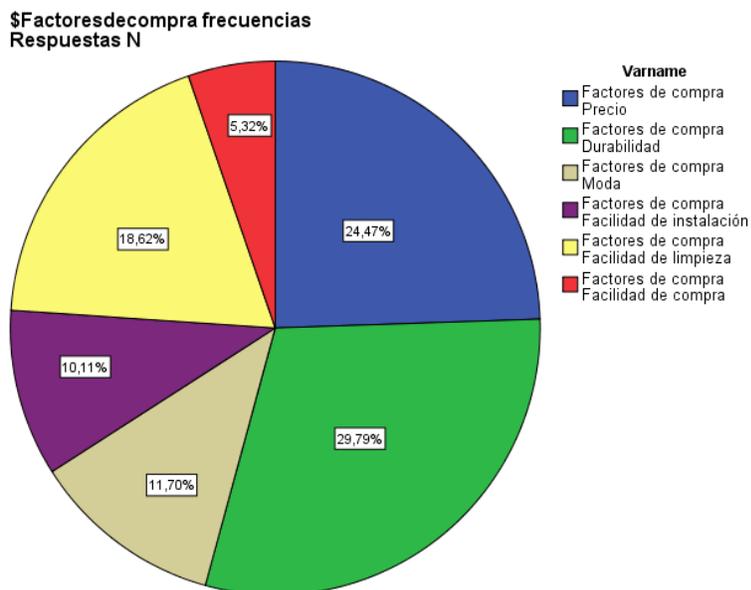
Tabla 5.

*Datos estadísticos descriptivos de los factores de compra del soporte*

		Respuestas		Porcentaje de casos
		N	Porcentaje	
Factores de compra	Precio	92	24,5%	54,1%
	Durabilidad	112	29,8%	65,9%
	Moda	44	11,7%	25,9%
	Facilidad de instalación	38	10,1%	22,4%
	Facilidad de limpieza	70	18,6%	41,2%
	Facilidad de compra	20	5,3%	11,8%

*Nota.* (a: grupo) Autoría propia.

Esta pregunta se realizó a los encuestados con la posibilidad de seleccionar varias opciones de respuesta, dentro de los siguientes factores: precio, durabilidad, moda, facilidad de instalación, facilidad de limpieza y facilidad de compra como se muestra en la figura 3.



**Figura 41.** Representación gráfica del factor de compra, (Autoría propia).

- b.** Segmentación por uso: Se identificó que el promedio de los encuestados si ha comprado (representado con el número uno) alguna vez el soporte para tubo de cortina de tela con una corta desviación de datos de 0,302, la tabla estadística 5, se observa que más de la mitad de los encuestados si ha comprado alguna vez el soporte para tubo de cortina.

Tabla 6.

*Datos estadísticos de compra del soporte para tubo de cortina*

N	Válido	169
	Perdidos	2
Media		1,10
Error estándar de la media		,023
Mediana		1,00
Moda		1
Desviación estándar		,302
Rango		1
Mínimo		1
Máximo		2
Percentiles	25	1,00
	75	1,00

Nota: Autoria propia.



**Figura 42.** Representación gráfica compra del soporte (Autoría propia).

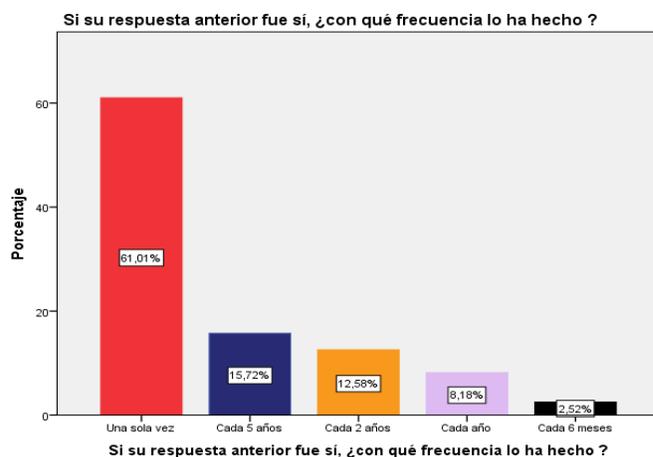
La frecuencia con la que los encuestados han realizado la compra del soporte en promedio ha sido una sola vez, (representado por el número 1) con una variación de 1.112, el 50% de la población encuestada ha adquirido el soporte una sola vez, o cada 5 años.

Tabla 7.

*Datos estadísticos de compra del soporte para tubo de cortina*

N	Válido	Perdidos
	159	
		12
Media	1,75	
Error estándar de la media	,088	
Mediana	1,00	
Moda	1	
Desviación estándar	1,112	
Rango	4	
Mínimo	1	
Máximo	5	
Percentiles	25	1,00
	75	2,00

*Nota:* Autoría propia



**Figura 43.** Representación gráfica de la frecuencia de compra del soporte (Autoría propia).

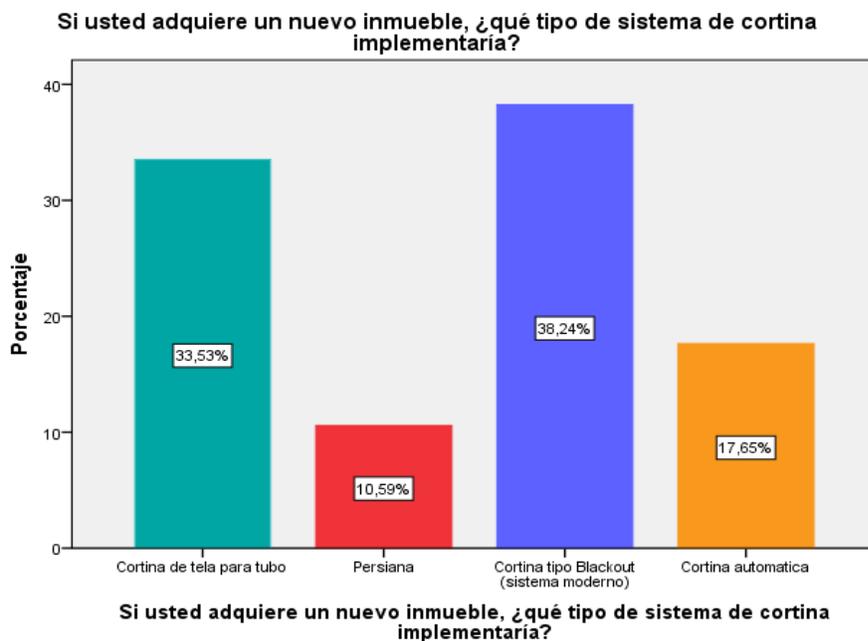
**6.5.4.5 Comparación de la cortina de tela con los productos sustitutos.** En promedio los encuestados prefieren cortina de tela y cortina tipo Blackout (moderna) para sus inmuebles, con un 38,24 % para el tipo Blackout y un 33,53% para el tipo cortina de tela para tubo de aluminio, como su nombre lo indica el tipo Blackout es el que más está de moda entre los productos y el menos preferido es la persiana.

Tabla 8.

*Datos estadísticos de preferencia de los clientes frente a los productos sustitutos*

N	Válido	170
	Perdidos	1
Media		2,40
Error estándar de la media		,086
Mediana		3,00
Moda		3
Desviación estándar		1,127
Rango		3
Mínimo		1
Máximo		4
Percentiles	25	1,00
	75	3,00

Nota. Autoría propia



**Figura 44.** Representación gráfica de preferencia de tipo de cortina de los encuestados (Autoría propia).

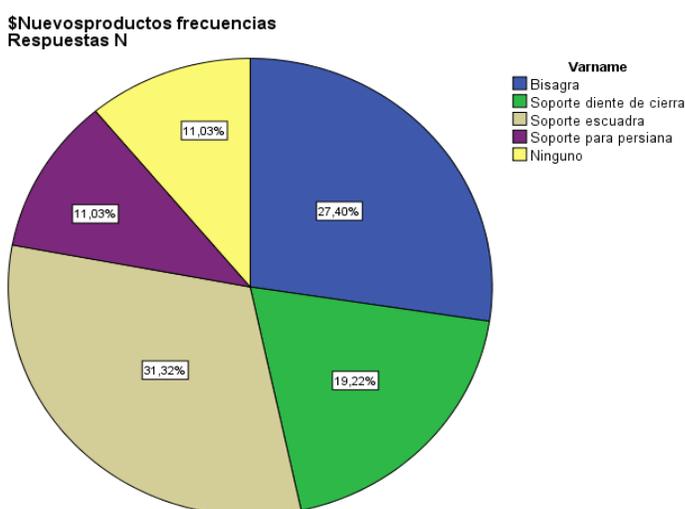
**6.5.4.6 Determinación de nuevos nichos de mercado.** Con el ánimo de ahondar en los nuevos productos que se podrían incluir en el catálogo de ventas de la empresa IHCZ, para crecer su negocio, se encuentra que de las personas encuestadas un 31,32% adquiere el soporte tipo escuadra y un 27,40% compra bisagras.

Tabla 9.

*Datos estadísticos descriptivos de los nuevos productos*

		Respuestas		Porcentaje de casos
		N	Porcentaje	
Factores de compra	Bisagra	77	27,4%	45,3%
	Soporte diente de sierra	54	19,2%	31,8%
	Escuadra soporte	88	31,3%	51,8%
	Soporte para persiana	31	11,0%	18,2%
	Ninguno	31	11,0%	18,2%

Nota. (a: grupo) Autoría propia



**Figura 45.** Representación gráfica de nuevos productos (fuente propia).

Realizando el análisis correlacional de Pearson, se entiende que las preguntas realizadas en la encuesta tienen un estado correlacional fuerte como se muestra en la tabla 13.

Tabla 10.

*Resumen procesamiento: Análisis clúster*

Válido		Perdidos		Total	
N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
156	91,2	15	8,8	171	100,0

Nota. Autoría propia

Como resultado de la matriz de proximidad el software SPSS donde se evidenciaron las distancias de cada uno de los encuestados, donde en un gran porcentaje hay similitud en las respuestas de los encuestados. Esta información conglomerada en el historial nos relaciona las etapas y los encuestados con menor distancia y mayor relación en sus respuestas. Se evidencian 78 encuestados con el mismo coeficiente de respuesta.

Caso	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	,000	,000	10,000	15,000	19,000	15,000	11,000	15,000	14,000	1,000	18,000	10,000	15,000	20,000	15,000	9,000
2	,000	,000	10,000	15,000	19,000	15,000	11,000	15,000	14,000	1,000	18,000	10,000	15,000	20,000	15,000	9,000
3	10,000	10,000	,000	5,000	9,000	5,000	3,000	5,000	6,000	5,000	10,000	2,000	5,000	12,000	7,000	7,000
5	15,000	15,000	5,000	,000	2,000	2,000	4,000	2,000	3,000	10,000	3,000	7,000	,000	7,000	2,000	4,000
6	19,000	19,000	9,000	2,000	,000	2,000	6,000	2,000	3,000	14,000	1,000	11,000	2,000	3,000	4,000	4,000
7	15,000	15,000	5,000	2,000	2,000	,000	2,000	,000	1,000	10,000	3,000	5,000	2,000	3,000	2,000	2,000
8	11,000	11,000	3,000	4,000	6,000	2,000	,000	2,000	1,000	6,000	5,000	1,000	4,000	5,000	2,000	2,000
9	15,000	15,000	5,000	2,000	2,000	,000	2,000	,000	1,000	10,000	3,000	5,000	2,000	3,000	2,000	2,000
10	14,000	14,000	6,000	3,000	3,000	1,000	1,000	1,000	,000	9,000	2,000	4,000	3,000	2,000	1,000	1,000
11	1,000	1,000	5,000	10,000	14,000	10,000	6,000	10,000	9,000	,000	13,000	5,000	10,000	15,000	10,000	6,000
12	18,000	18,000	10,000	3,000	1,000	3,000	5,000	3,000	2,000	13,000	,000	10,000	3,000	2,000	3,000	3,000
13	10,000	10,000	2,000	7,000	11,000	5,000	1,000	5,000	4,000	5,000	10,000	,000	7,000	10,000	5,000	5,000
14	15,000	15,000	5,000	,000	2,000	2,000	4,000	2,000	3,000	10,000	3,000	7,000	,000	7,000	2,000	4,000
15	20,000	20,000	12,000	7,000	3,000	3,000	5,000	3,000	2,000	15,000	2,000	10,000	7,000	,000	5,000	3,000
16	15,000	15,000	7,000	2,000	4,000	2,000	2,000	2,000	1,000	10,000	3,000	5,000	2,000	5,000	,000	2,000
17	9,000	9,000	7,000	4,000	4,000	2,000	2,000	2,000	1,000	6,000	3,000	5,000	4,000	3,000	2,000	,000
18	15,000	15,000	5,000	,000	2,000	2,000	4,000	2,000	3,000	10,000	3,000	7,000	,000	7,000	2,000	4,000
19	15,000	15,000	5,000	,000	2,000	2,000	4,000	2,000	3,000	10,000	3,000	7,000	,000	7,000	2,000	4,000
21	9,000	9,000	1,000	6,000	10,000	6,000	2,000	6,000	5,000	4,000	9,000	1,000	6,000	11,000	6,000	6,000
23	16,000	16,000	6,000	1,000	3,000	1,000	3,000	1,000	2,000	11,000	4,000	6,000	1,000	6,000	1,000	3,000

**Figura 46.** Matriz de proximidad. Autoría propia

Se realiza un estudio factorial por el método de varianza para conocer si es posible utilizar esta información para la investigación de mercados solo si la varianza es mayor al 60% de los factores o preguntas seleccionadas. A continuación, gráfico de grupos y sus similitudes de acuerdo con los grupos y las varianzas donde se evidencian nuevamente los grupos 1 y 2 con mayor cercanía o similitud.

**6.5.4.7 Validación de la hipótesis (ANOVA).** Teniendo en cuenta el estudio realizado se procede a evaluar la hipótesis planteada, donde se determina la variable cuantitativa discreta como el estrato socioeconómico, y los grupos independientes (variables cualitativas nominales) como, tipo de vivienda (propia o arrendada), contemplación de compra de inmueble, preferencia de tipo de sistema de cortina (tipo tela para tubo de aluminio, persiana, tipo blackout moderno, automática).

Ho: “Las medias de las distribuciones de la variable cuantitativa en todos y cada uno de los grupos independientes son iguales”

Hi: “Alguna de las medias de las distribuciones de la variable cuantitativa en todos y cada uno de los grupos independientes son diferente”.

Tabla 11.

*ANOVA para las variables, compra de inmueble, tipo de vivienda, tipo de cortina y estrato.*

Variable dependiente: ¿En qué estrato socioeconómico se encuentra?					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	11,078a	15	,739	1,870	,030
Intersección	426,921	1	426,921	1081,158	,000
Tipo de vivienda	1,380	1	1,380	3,495	,063
Compra inmueble	,126	1	,126	,319	,573
Tipo de cortina	3,562	3	1,187	3,007	,032
Tipo de vivienda * Compra inmueble	7,402E-5	1	7,402E-5	,000	,989
Tipo de vivienda * Tipo de cortina	1,059	3	,353	,894	,446
Compra inmueble * Tipo de cortina	1,685	3	,562	1,422	,238
Tipo de vivienda * Compra inmueble * Tipo de cortina	,422	3	,141	,356	,785
Error	60,811	154	,395		
Total	999,000	170			
Total, corregido	71,888	169			

*Nota.* R al cuadrado = ,154 (R al cuadrado ajustada = ,072) (Autoría propia)

El análisis arrojó como resultado, grados de significancia para el modelo corregido de 0,030 inferior al alfa 0,05; para aceptar la  $H_0$  (hipótesis nula), que indica que las medias de cada uno de los grupos son iguales.

## 6.6 Conclusiones de la investigación de mercado

La realización de este estudio ha sido un punto importante y de gran importancia para la empresa IHCZ, ya que de esta manera se obtuvieron datos, de los consumidores potenciales del producto, así como de identificar las necesidades del producto y del mismo consumidor, además se logra concluir lo siguiente:

- Se presentan amenazas como el aumento del dólar frente al peso, lo cual incurre en el costo de alguno de los recursos como las materias primas y por lo tanto la empresa se ve obligada a aumentar el precio de los productos, lo que generará un impacto en los clientes.

- b. La productividad laboral del sector ha disminuido en lo que genera dificultad en cuanto a la capacidad de producción que se desea para la empresa y es un factor que se debe tener en cuenta.
- c. El producto estrella de la empresa (soporte para tubo de cartonería sencillo y doble) está siendo sustituido por los soportes de los nuevos estilos de cortinas como lo es el estilo moderno blackout, preferido por un 38% de los encuestados, aunque aún hay un gran porcentaje (33,53% de los encuestados) que prefiere las cortinas de tela, teniendo en cuenta que el estudio se realizó en una población de estrato socioeconómico uno, dos y tres, en las localidades Suba y Kennedy de la ciudad de Bogotá.
- d. Los resultados de la frecuencia de compra nos indica que la empresa debe empezar a fabricar nuevos productos y abrirse a nuevos mercados, dado que el 61% de la población estudiada ha comprado el soporte una sola vez y solo un 2,5% lo hace cada 6 meses. A pesar de que la empresa venda a clientes que compran al por mayor, fabricar nuevos productos le garantizará sostenerse en el mercado, pues al bajar las ventas de un producto puede compensar con la fabricación y comercialización de otro producto.
- e. El 60% de la población encuesta vive actualmente en arriendo y tiene contemplado comprar un nuevo inmueble, esto es beneficioso para la empresa porque se puede inferir la demanda de los productos de acuerdo con la compra de inmuebles, ya que son soportes utilizados en remodelaciones para el hogar.
- f. La empresa puede empezar a fabricar productos como los soportes tipo escuadra ya que son adquiridas por un 31,3% de la población encuestada, lo que significa que tiene un mercado amplio, y las bisagras las cuales son adquirida por un 31,2% de la población encuestada, adicionalmente estos dos productos se pueden fabricar con la materia prima reutilizada que maneja la empresa y siguen un proceso de fabricación similar al que siguen actualmente los productos que fabrica la empresa, lo que significa un impacto menor en el alza de costos de fabricación.
- g. La localización de la empresa se puede situar hacia el suroccidente de Bogotá ya que se comprobó con la encuesta que tiene un mercado amplio de adquisición de los productos que fábrica la empresa.
- h. Al aumentar la productividad y mercado la empresa, ésta tendrá la capacidad de incorporarse dentro de las empresas exportadoras y ayudará a mejorar la balanza comercial del sector

industrial metalmecánico en el país, ya que el estudio sectorial arrojó un aumento del 20,20% del 2015 al 2019, lo cual es una gran oportunidad.

- i. A través de la investigación de mercado se identifican los diferentes factores específicos que influyen en el mejoramiento de la productividad de la empresa.

## 7. Análisis de costos logísticos en la obtención de materia prima

La empresa IHCZ actualmente presenta problemas de escasez de la lámina cold rolled debido al bajo número de proveedores que la manejan y esto dificulta significativamente la producción en la planta, por lo cual el grupo de investigación del presente trabajo evaluará, los costos de la compra de lámina nueva, los costos de la importación de lámina reutilizada y los costos de compra de lámina reutilizada a empresas metalmecánicas que manejen la lámina cold rolled en el proceso productivo.

### 7.1. Identificación del retal de lámina utilizado para la fabricación de los productos

A continuación, se presenta la ficha técnica de la materia prima con la que se elaboran los productos

<b>Ficha técnica de lámina cold rolled</b>		
	Fecha:	1/03/2020
	Código producto:	LCR.C20
	Versión:	1
	Elaborada por:	Jorge Eliecer Carmona Zuleta
<b>Descripción general del producto</b>	Lámina de metal frio nueva o reutilizada.	
<b>Longitud</b>	0,075x0,085 m	
<b>Calibre</b>	20-22	
<b>Estándar de calidad.</b>	La lámina no debe tener un calibre entre 20 y 22, el tamaño debe ser mínimo de 0,075 x 0,085 metros, oxido no mayor al 30% del total de la lamina.	
<b>Composición química</b>	Carbono-C: 0,004 Manganeso-Mn: 0,21 Foforo-P: 0,01 Azufre-S: 0,01 Silicio-Si 0,01 Cobre-Cu: 0,02 Aluminio: 0,05	
<b>Imagen de la lámina</b>		

**Figura 47.** Ficha técnica de lámina cold rolled utilizada en el proceso de fabricación. Autoría propia.

## 7.2. Análisis de costos para la obtención de lámina cold rolled

En el desarrollo del presente análisis se realizaron dos cotizaciones (anexo d) con proveedores de venta al por mayor de laminados en la ciudad de Bogotá, con el fin de determinar el costo por kg de lámina nueva, y se contactó el proveedor de servicio de transporte con el que actualmente cuenta la empresa IHCZ para determinar el costo de transporte de la lámina desde los puntos de compra, se suma el costo de transporte y se obtienen los resultados para los 6 primeros meses del año 2020 (tabla azul de la figura 48), luego se contactó vía telefónica a un proveedor de lámina reutilizada en la ciudad de Caracas, Venezuela y se identificaron los siguientes costos por kg, incluido el transporte terrestre (tabla naranja de la figura 48) y por último se investigó el costo de compra de la lámina reutilizada directamente en las empresas manufactureras y se suma el costo de transporte definido anteriormente, teniendo en cuenta que es en la ciudad de Bogotá por lo cual no aumenta (tabla verde de la figura 48).

Mes	Cantidad (kg)	precio (kg)	Transporte	Compra de lámina nueva en Bogotá (\$)
Enero	3600	\$ 3.450	\$ 50.000	\$ 12.470.000
Febrero	3000	\$ 3.450	\$ 50.000	\$ 10.400.000
Marzo	3000	\$ 3.450	\$ 50.000	\$ 10.400.000
Abril	3500	\$ 3.450	\$ 50.000	\$ 12.125.000
Mayo	4000	\$ 3.450	\$ 50.000	\$ 13.850.000
Junio	4000	\$ 3.450	\$ 50.000	\$ 13.850.000

Mes	Cantidad (Kg)	precio (Kg)	Compra de lámina reutilizada desde Venezuela (\$)
Enero	2000	\$ 1.130	\$ 2.260.000
Febrero	1600	\$ 1.130	\$ 1.808.000
Marzo	1950	\$ 1.130	\$ 2.203.500
Abril	2000	\$ 1.130	\$ 2.260.000
Mayo	2000	\$ 1.130	\$ 2.260.000
Junio	1863	\$ 1.130	\$ 2.105.190

Mes	Cantidad (Kg)	precio (Kg)	Transporte	Compra de lámina reutilizada a
Enero	3000	\$ 900	\$ 50.000	\$ 2.750.000
Febrero	1000	\$ 720	\$ 50.000	\$ 770.000
Marzo	2500	\$ 720	\$ 50.000	\$ 1.850.000
Abril	2350	\$ 720	\$ 50.000	\$ 1.742.000
Mayo	2000	\$ 720	\$ 50.000	\$ 1.490.000
Junio	2900	\$ 720	\$ 50.000	\$ 2.138.000



**Figura 48.** Análisis de costos de obtención de materia prima (Autoría propia.).

Se realizó el gráfico de líneas en donde se identifica el comportamiento de costos de obtención de la lámina nueva, reutilizada-importada y reutilizada de empresas manufactureras, según la demanda promedio de lámina de la empresa IHCZ (figura 48).

Según se observa en la figura 48 la alternativa con menor costo es comprar la lámina reutilizada directamente en las empresas manufactureras de la ciudad de Bogotá. Es un costo de obtención de

la lámina reutilizada que varía entre los \$770.000 y \$2.750.000 según el número de toneladas que se compren y la empresa que provea la lámina.

### **7.3. Conclusiones del análisis de costos**

Dado que la empresa IHCZ cuenta con un bajo número de empresas manufactureras que le proveen la lámina reutilizada, el equipo de trabajo investigó un listado de seis pequeñas empresas y doce empresas grandes (se encuentran en el anexo f) de manufactura metalúrgica que trabajan con lámina cold rolled en la ciudad de Bogotá, con dirección y número de teléfono para ser contactadas por IHCZ y acordar el mejor precio de la lámina reutilizada.

El beneficio de adquirir la lámina reutilizada a las empresas es ambiental y económico, dado que la empresa disminuye sus costos de obtención de lámina nueva en un 77% pasando de pagar 12 millones a 2,7 millones por 3.6 toneladas. El beneficio ambiental se da porque la empresa tiene un valor agregado ya que se encuentra dentro de la economía circular, convirtiendo material sobrante de otros procesos en productos terminados aprovechables.

El nuevo listado de posibles proveedores de la empresa IHCZ, brinda poder de negociación y puede disminuir el índice de escasez de materia prima significativamente, ya que cuenta con un mayor número de proveedores. Lo que a su vez disminuye las paradas de máquina y por ende un mayor índice de productividad.

## **8. Caracterización del área productiva de la mipyme IHCZ**

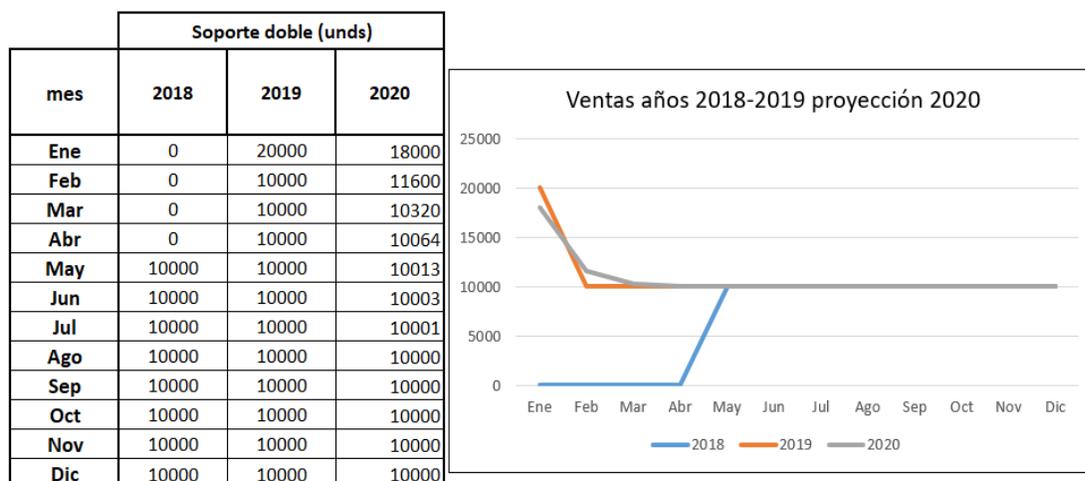
En el desarrollo de la caracterización del área productiva se realiza la proyección de ventas para el año 2020, posteriormente se calculó la capacidad instalada de la planta teniendo en cuenta la proyección de ventas, luego se analizó la mejor localización para la empresa utilizando tres alternativas (Soacha, Mosquera y Bogotá) y evaluando para cada una los siguientes factores: costos logísticos, cercanía a proveedores, cercanía al mercado, mano de obra disponible, conveniencia de terreno y clima, espacio en planta, reglamentación local, integración de compañías y servicios básicos. Luego se realiza la identificación de los productos, donde se muestran las fichas técnicas de los productos que actualmente fabrica la empresa IHCZ y los dibujos de ingeniería de los nuevos soportes que se recomienda incluir en el catálogo de ventas de la empresa.

Se desarrolla el diseño de planta para la empresa IHCZ, comenzando con un diagnóstico donde se utilizan las fichas de evaluación de los ocho factores (material, máquina, hombre, movimiento, espera, servicio, edificio y cambio), también se desarrolla un análisis para la seguridad laboral de los operarios en las máquinas troqueladoras, luego se realiza el diseño de planta basados en el método por proceso, finalmente se concluye con las alternativas de seguridad para la nueva distribución de planta y la mitigación de accidentalidad en las máquinas troqueladoras.

### **8.1. Proyecciones de venta**

Utilizando el método de suavización exponencial para pronosticar las unidades vendidas en el año 2020 con respecto a los pedidos que realizaron los clientes a IHCZ en los años 2018 y 2019, con un factor exponencial  $\alpha$  de 0,8, dado que la industria experimenta un aumento en las ventas, por lo tanto, se necesita hacer más énfasis en los 3 últimos periodos.

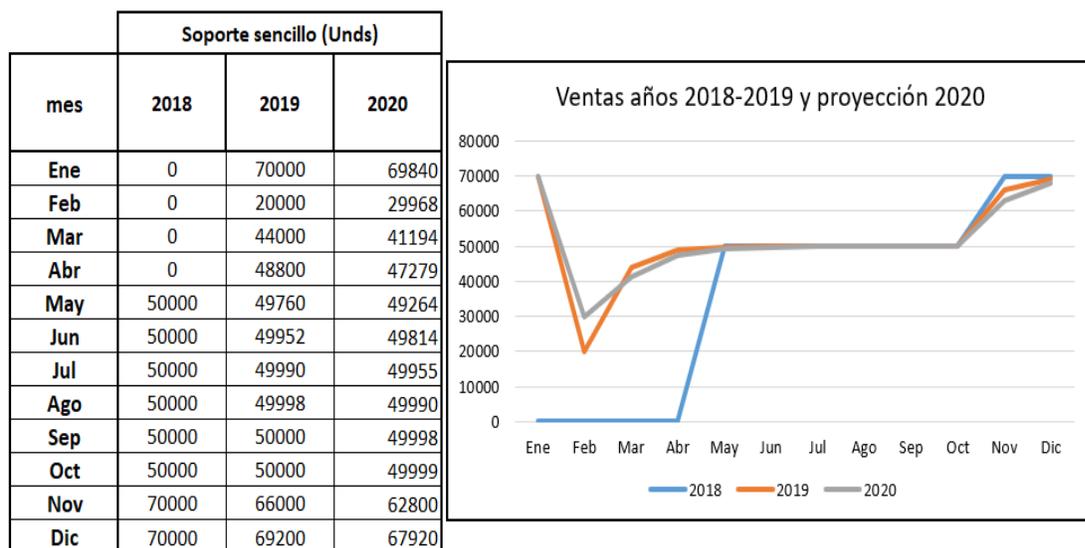
### 8.1.1. Demanda real y pronóstico para soporte doble para tubo de cortina.



**Figura 49.** Demanda real y pronóstico de ventas, soporte doble año 2020 (Autoría propia)

Se identifica una proyección de 18.000 unidades vendidas para el mes de enero disminuyendo un 20% frente al año 2019 y un promedio de 10.000 unidades para todos los meses del año 2020.

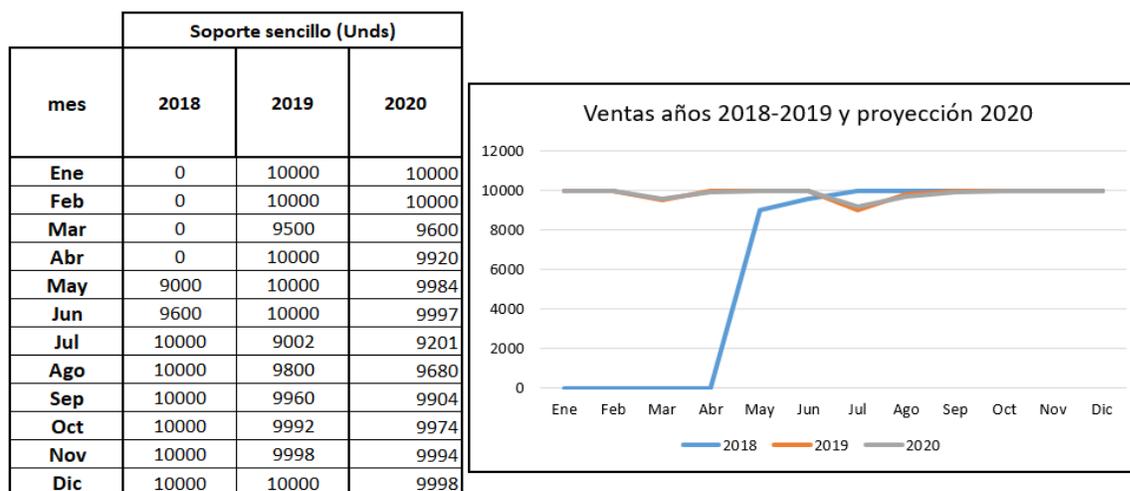
### 8.1.2. Demanda real y pronóstico para soporte sencillo para tubo de cortina.



**Figura 50.** Demanda real y pronóstico de ventas, soporte sencillo año 2020 (Autoría propia).

Para el soporte sencillo se identifica un alza de venta de casi 70.000 unidades para los meses de enero, noviembre y diciembre y para el resto de los meses del año 2020 en promedio se venden entre 40.000 y 50.000 unidades, siendo el soporte sencillo el más demandado.

### 8.1.3. Demanda real y pronóstico para soporte diente de sierra.



**Figura 51.** Demanda real y pronóstico, soporte diente de sierra (Autoría propia).

El pronóstico de venta para el soporte diente de sierra para marcos presenta en promedio ventas de entre 6.000 y 10.000 unidades, siendo más demandado en los primeros y los últimos meses del año 2020.

### 8.1.4. Demanda real y pronóstico para los nuevos productos fabricar.

Para proyectar las ventas del año 2020, se tuvo en cuenta el análisis de mercado realizado en el capítulo anterior donde un 27,40% de los encuestados adquieren las bisagras y un 31.32% de los encuestados compran el soporte tipo escuadra, teniendo en cuenta estos datos y el tamaño de la población estudiada 1.156.757 personas perteneciente al occidente de Bogotá. Se pronostican las siguientes ventas para el año 2020 de cada uno de los productos y se obtiene un pronóstico de venta de 316.951 bisagras y 362.296 soportes tipo escuadra (figura 52):

Personas dispuestas a comprar	Población	Proyección (2020)
Bisagra	27,40%	1.156.757
Soporte escuadra	31,32%	1.156.757

**Figura 52.** Proyección de ventas año 2020 para los nuevos productos. Autoría propia

La proyección para el año 2020 en unidades por cada producto es:

Soporte doble (u/año)	Soporte sencillo (u/año)	Soporte diente de sierra (u/año)	Soporte escuadra (u/año)	Bisagra (u/año)
130.000	618.020	118.252	316.951	362.296

**Figura 53.** Demanda proyectada para el año 2020 (Autoría propia).

## 8.2. Cálculo de la capacidad requerida de la planta

Se muestra el cálculo del volumen de producción, teniendo en cuenta la capacidad requerida de la planta, capacidad de las máquinas, el tiempo de ciclo de la línea y capacidad de mano de obra así:

### 8.2.1. Capacidad de la planta.

Turno de 8 horas por día, 6 días a la semana, 4 semanas al mes y 12 meses al año para una capacidad instalada de: 2.304 h/año

### 8.2.2. Capacidad requerida por máquina.

Producto	Maquina 1 (50 ton) (piezas/h)	Maquina 2 (15 ton) (piezas/h)	Taladro de árbol (piezas/h)	Proceso tercerizado (piezas/h)	Armado (piezas/h)	Empaque (piezas/h)
Soporte doble	600	1000	0	225	400	1000
Soporte sencillo	1000	1200	0	625	650	2000
Soporte diente de sierra	0	5000	0	1024	0	0
Abrazadera	0	1200	1200	1024	0	0

**Figura 54.** Capacidad real de las máquinas para cada producto (Autoría propia)

Identificando que en la máquina de 50 toneladas se cortan solo los soportes para tubo de cortina, piezas más pequeñas como los soportes diente de sierra y la abrazadera se cortan y se doblan en la troqueladora de 15 toneladas, donde también se doblan los soportes para tubo de cortina.

### 8.2.3. Capacidad requerida de la planta para la proyección de ventas.

Teniendo en cuenta la capacidad instalada de la planta se obtiene la cantidad de unidades que se deben fabricar por hora, para el cumplimiento de los pronósticos de la demanda.

Soporte doble (piezas/h)	Soporte sencillo (piezas/h)	Soporte diente de sierra (piezas/h)	Soporte escuadra (piezas/h)	Bisagra (piezas/h)
56	268	51	138	157

**Figura 55.** Capacidad requerida en piezas por hora (Autoría propia).

### 8.2.4. Capacidad de mano de obra para la proyección de ventas.

Para cumplir con la producción mensual de los productos actuales se debe aumentar la capacidad de mano de obra en un 10,14%, para alcanzar el tiempo requerido de 38.460 min mensuales, para cumplir con la demanda de producción.

		Tiempo de producción requerido mensual			
		Producto	Unidades	Tiempo	Total tiempo
N° operarios	3	soporte sencillo	40.000 uni	0,41 min	16.452 min
N° de turnos	1	soporte doble	10.000 uni	1,05 min	10.520 min
Horas por turno	8	abrazadera	60.000 uni	0,15 min	8.880 min
Mín por hora	60	soporte de dientes	40.000 uni	0,07 min	2.608 min
Días por mes	24	<b>Total tiempo</b>			<b>38.460 min</b>

capacidad instalada de mano de obra	34.560 min
-------------------------------------	------------

**Figura 56.** Cálculo de la capacidad de mano de obra requerida (Autoría propia).

### 8.3. Análisis de localización para la empresa IHCZ

El estudio de localización se realiza analizando las diferentes variables que determinen la mejor ubicación para la empresa. Actualmente IHCZ se encuentra ubicada en el municipio de Soacha Cundinamarca, y se buscó mejorar externamente su ubicación para el transporte de material desde sus proveedores, consecución de nuevos mercados, y acercamiento a los clientes. También mejorar internamente sus áreas de trabajo para mayor control de sus procesos, mejora de calidad de sus productos y servicios e incremento de las ventas.

#### 8.3.1. Restricciones.

El estudio de localización debe ser realizado para la ciudad de Bogotá, en el municipio de Mosquera y en el municipio de Soacha.

#### 8.3.2. Estudio de localización.

A continuación, se desglosa el estudio realizado para la ubicación de la planta de manera que se logre identificar la mejor localización de la empresa ajustándose a las necesidades de ella.

**8.3.2.1 Macro localización.** La empresa IHCZ pretende ser ubicada en tres posibles opciones: Bogotá, Soacha y Mosquera, para ello se estudiará la mejor posibilidad para mejora de la productividad en la empresa.

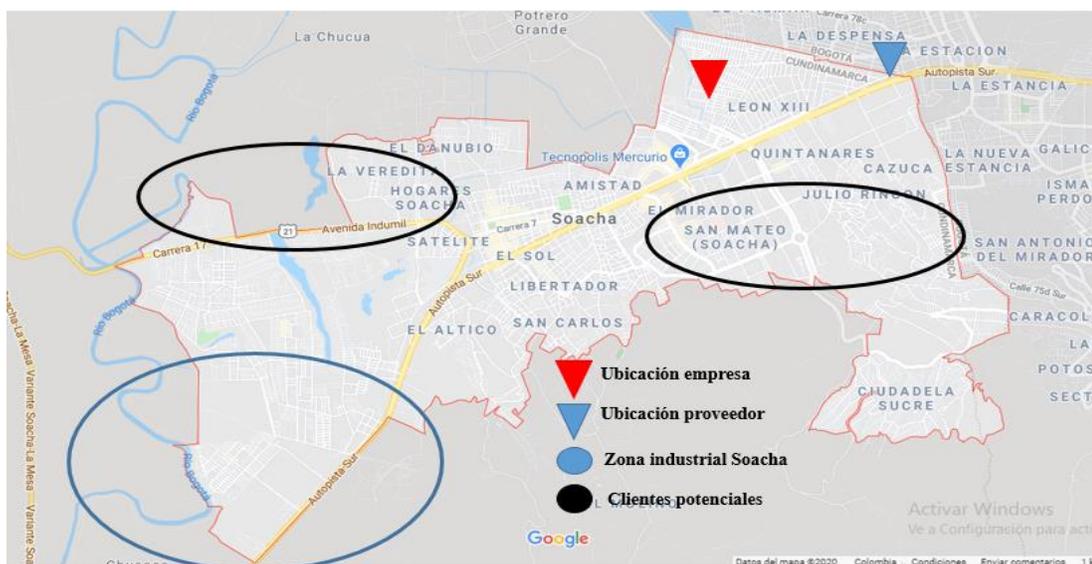
- Ubicación actual: la empresa actualmente se encuentra ubicada en el municipio de Soacha Cundinamarca donde realizando un análisis se deducen las siguientes ventajas y desventajas de esta ubicación:

Tabla 12.

*Ventajas y desventajas de la ubicación actual de la planta*

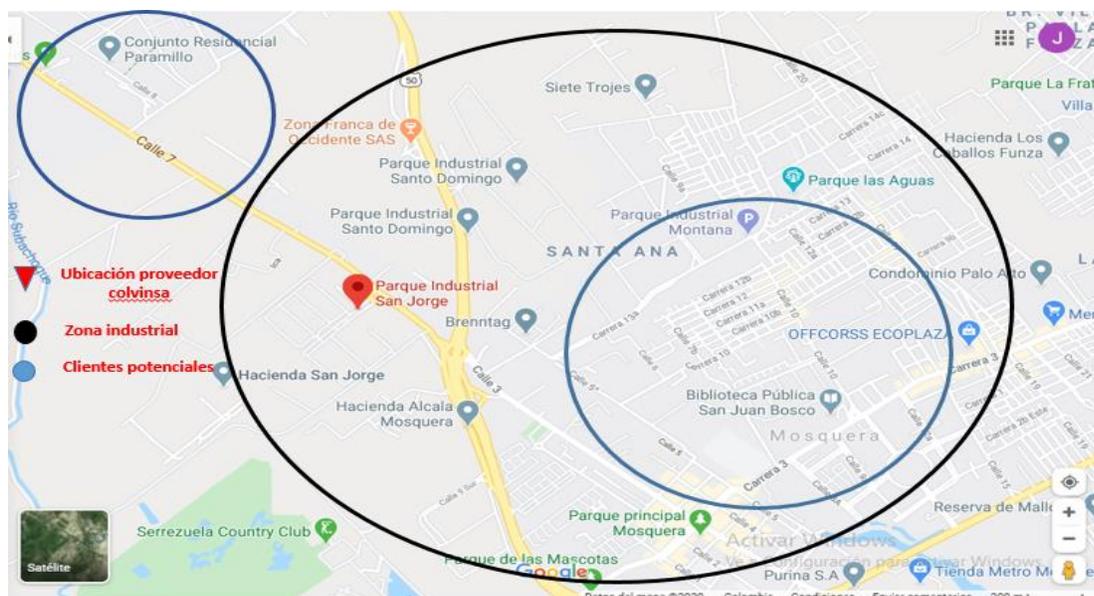
Ventajas	Desventajas
* Cercanía a dos proveedores: uno de lámina cold rolled y otro proveedor de procesos de tercerización.	* Distribución de planta inadecuada. Sector con bajo comercio.
*Bajos costos en servicios, impuestos, arriendos, mano de obra.	* Lejanía de su proveedor principal de lámina col rolled.
*Disponibilidad de nuevos mercados.	* Mercados no sectoriales a la Empresa.
	* Ubicación lejana a la zona industrial del municipio.
	* Mano de obra no capacitada.
	*Incumplimiento de normatividad.

Nota: Autoría propia.



**Figura 57.** Alternativa de ubicación 1, Soacha Cundinamarca (Google Maps)

- Ubicación en Mosquera Cundinamarca: en este municipio actualmente se encuentra uno de los proveedores de lámina reutilizada de la empresa (Colvinsa), también se encuentra una de las zonas industriales más importantes del sector.



**Figura 58.** Ubicación del municipio de Mosquera (Google Maps)

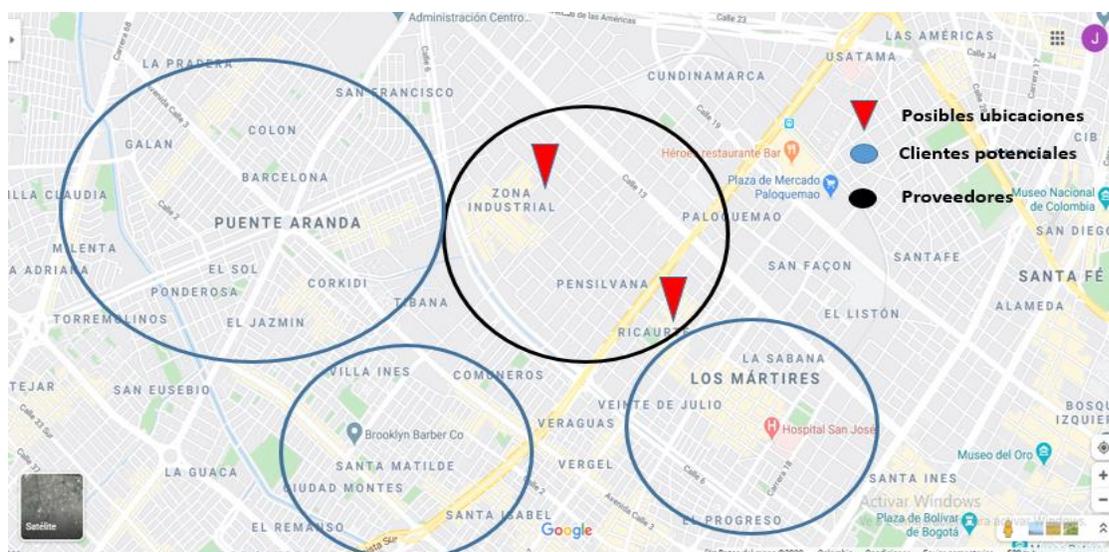
Tabla 13.

*Ventajas y desventajas de la ubicación en el municipio de Mosquera*

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Consecución de nuevos mercados, ya que el proveedor de lámina cold rolled se encuentra ubicado en la zona industrial de Mosquera.</li> <li>* Clientes potenciales, ya que se presentan obras de construcción de nuevas viviendas en el sector.</li> <li>* Bodega y distribución de planta adecuados para su proceso productivo.</li> <li>* Mano de obra óptima para el proceso.</li> <li>* Sector comercial.</li> <li>* Punto clave para la distribución de sus productos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Lejanía de sus clientes en Bogotá y su proveedor secundario de lámina cold rolled.</li> <li>* Costos de impuestos, arriendos, transportes, terrenos más costosos.</li> <li>* Aumento en costos de mano de obra, producción y materia prima.</li> <li>* Mayor competencia en el mercado.</li> <li>* Búsqueda de nuevos proveedores para tercerizar sus procesos.</li> </ul>

*Nota.* Fuente propia

- Ubicación en el barrio Ricaurte de Bogotá: en esta ubicación se encuentran proveedores y clientes potenciales dedicados al mercado de la metalmecánica.



**Figura 59.** Ubicación de la zona industrial Ricaurte en Bogotá (Google maps)

Tabla 14.

*Ventajas y desventajas de la ubicación en el municipio de Mosquera*

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Ubicación en una zona Industrial.</li> <li>* Sector comercial.</li> <li>* Proveedores de lámina cold rolled y clientes potenciales, ya que en sus alrededores es el punto fuerte de Bogotá, donde se encuentran sectores como automovilístico, industrial, ferretero, y diferentes tipos de productos en empresas metalmeccánicas.</li> <li>* Bodega y distribución adecuada al proceso productivo.</li> <li>* Expansión de mercado a las diferentes zonas industriales de Bogotá.</li> <li>* Aumento en contrataciones y negociaciones con la competencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Aumento de la competencia.</li> <li>*Aumento de costos, transporte, Impuestos, mano de obra.</li> <li>* Lejanía de sus proveedores actuales de lámina cold rolled.</li> <li>*Búsqueda de nuevos proveedores para tercerizar sus procesos.</li> </ul>

*Nota.* Autoría propia

**8.3.2.2 Micro localización.** Para el análisis se utilizara el metodo cualitativo por puntos, que consiste en definir los principales factores determinantes de una localizacion, para asignarle valores ponderados de peso relativo de acuerdo a la importancia que se le atribuye.

Para la aplicación de este método se compararan los factores esogidos con la empresa para su ubicación, asignandole un valor de acuerdo a una escala de cada factor según su importancia. Estos valores son de 0 a 10 según el caso y factor, se realizó una ponderación multiplicando el valor asignado a cada factor con el peso relativo asignado a cada uno. La suma total de los valores ponderados en la columna de valores permiten el análisis de la mejor ubicación del proyecto:

**a. Cercanía de materias primas 15%:** se da un valor alto de ponderación ya que para el aumento que se requiere en el proceso productivo de la empresa es necesario tener proveedores que cumplan con la necesidad de la empresa en la consecución de materia prima (Lámina cold rolled) para dar cumplimiento a sus pedidos.

**b. Mano de obra disponible 10%:** se requiere mano de obra especializada que cumpla con la productividad, funciones y controles requeridos por la empresa HICZ.

**c. Cercanía al mercado 20%:** se da el valor más alto de la ponderación ya que para la búsqueda y consecución de nuevos mercados, clientes y proveedores, se hace necesario la localización de la empresa en cercanías a zonas industriales, comercio, obras, y territorios de alta afluencia de personas.

**d. Conveniencia de terreno y clima 5%:** para el proceso productivo de la empresa no es indispensable el clima ya que todos sus procesos son internos, los procesos tercerizados no son consecuentes al clima, en el caso del terreno se da el 5% debido a que el terreno debe ser adecuado para el uso de las troqueladoras y sus sonidos, desperdicios y consecuencias al medio ambiente. Sin embargo existió un factor importante que diferencia una localización de las demás como lo fue el costo del terreno ya que para la ubicación de Soacha los costos no son muy altos porque comercialmente la zona no es muy costosa, caso contrario para la zona de Bogotá la cual se estima ubicar en una zona industrial comercialmente potencial para la empresa pero sus costos son más elevados, caso similar ocurre en Mosquera ya que la localización estimada se encuentra en una zona industrial lo que recurre a costos más elevados de terreno e impuestos.

**e. Disponibilidad de transporte 10%:** para el cumplimiento de pedidos, recogida de materia prima y negociaciones con diferentes empresas para el aumento de la productividad de la empresa se da el 10% dado que se requiere disponibilidad completa en el momento de realizar alguna de sus actividades de transporte.

**f. Espacio en planta 15%:** se dio un valor alto de ponderación porque para dar cumplimiento a los pedidos y demás se necesita espacio adecuado de almacenamiento de materia prima y

minimización de los desperdicios para poder disminuir al máximo la cantidad de escases y ampliar su mercado cada vez más.

**g. Reglamentación local 5%:** se da porcentaje de ponderación bajo dado que la normativa para el proceso productivo de la empresa no es compleja.

**h. Integración de compañías 15%:** la integración de empresas es un factor muy importante ya que la empresa tiene procesos de tercerización para sus productos, adicional para el aumento de su mercado se requieren negociaciones y nuevos contratos para la terminación de sus productos.

**i. Servicios Básicos 5%:** los servicios básicos requeridos son el agua, y energía para el funcionamiento de su proceso productivo.

### 8.3.3. Resultados del método de localización.

No.	Factor	Peso específico	Municipio Soacha Cundinamarca		Municipio Mosquera cundinamarca		Bogotá Zona industrial Ricaurte	
			Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
1	Cercanía de materias primas	0,15	6	0,9	8	1,2	7	1,05
2	Mano de obra disponible	0,10	3	0,3	8	0,8	8	0,8
3	Cercanía al mercado	0,20	5	1	10	2	10	2
4	Conveniencia de terreno y clima	0,05	6	0,3	8	0,4	9	0,45
5	Disponibilidad de transportes	0,10	6	0,6	8	0,8	9	0,9
6	Espacio en planta	0,15	4	0,6	10	1,5	10	1,5
7	Reglamentación local	0,05	3	0,15	7	0,35	7	0,35
8	Integración de compañías	0,15	3	0,45	8	1,2	9	1,35
9	Servicios Básicos	0,05	7	0,35	10	0,5	10	0,5
<b>Total</b>		<b>1</b>	<b>4,65</b>		<b>8,75</b>		<b>8,90</b>	

**Figura 60.** Resultado del análisis del método de localización, cualitativo por puntos (Autoría propia).

### 8.3.4. Conclusiones del análisis del método de localización.

- La mejor opción para la ubicación de la empresa IHCZ es en la ciudad de Bogotá en la zona industrial Ricaurte.
- Se puede deducir que por muy poco porcentaje en el municipio de Mosquera en la zona industrial es viable también ubicar la empresa ya que cumple con los importantes factores seleccionados.
- Los factores más relevantes para el aumento de la productividad de la empresa HICZ son la cercanía a mercados, cercanía de proveedores de materias primas, espacio en planta, e integración de compañías para la terminación de sus productos.

- Para la zona industrial de Bogotá Ricaurte se necesita impulsar la mejora de más proveedores que satisfagan la necesidad de materia prima y cumpla con la reglamentación adecuada para el funcionamiento de la empresa.

#### 8.4. Identificación de los productos de la empresa IHCZ

Para analizar las especificaciones de los productos que actualmente fabrica la empresa se realiza una ficha técnica para cada uno de los siguientes productos:

- Soporte doble para tubo de cortina: se ha creado para realizar la decoración de todo tipo de ventanas y puertas, ya que permite la instalación de dos tubos consecutivos para cortinas en una sola ventana de una manera práctica y efectiva.

<b>Ficha técnica del soporte doble de la empresa IHCZ</b>	
	Fecha: 1/03/2020
	Código producto: SODO002
	Versión: 1
	Elaborada por: Jorge Eliecer Carmona Zuleta
<b>Descripción general del producto.</b>	Es un accesorio metálico que se utiliza para el sistema
<b>Estándar de calidad.</b>	La fabricación de este accesorio debe cumplir con los estándares de calidad suficientes que le permitan resistir un peso máximo de 45Kg.
<b>Materiales.</b>	Lámina de cold rolled en calibre 20 (0,8 milímetros de espesor) y para el decapado se utiliza baño de níquel o pintura electrostática.
<b>Accesorios complementarios</b>	
Tornillo zincado 3/16X1" 	Abrazadera roscada 
<b>Imagen soporte doble para tubo de cortina</b>	
	Dimensiones:  largo: 6 cm ancho: 8 cm alto: 13 cm

**Figura 61.** Soporte doble para tubo de cortina (Autoría propia).

- Soporte sencillo para tubo de cortina: se ha creado para realizar la decoración de todo tipo de ventanas y puertas, ya que permite la instalación de un solo tubo de cortina de una manera práctica y efectiva.

Ficha técnica del soporte sencillo de la empresa IHCZ		
	Fecha:	1/03/2020
	Código producto:	SOCE001
	Versión:	1
	Elaborada por:	Jorge Eliecer Carmona Zuleta
<b>Descripción general del producto.</b>	Es un accesorio metálico que se utiliza para el sistema de cortinas de tela con tubo de aluminio.	
<b>Estándar de calidad.</b>	La fabricación de este accesorio debe cumplir con los estándares de calidad suficientes que le permitan resistir un peso máximo de 15Kg.	
<b>Materiales.</b>	Lámina de cold rolled en calibre 20 (0,8 milímetros de espesor) y para el decapado se utiliza baño de níquel o pintura electrostática.	
<b>Accesorios complementarios</b>		
Tornillo zincado 3/16X1" 	Abrazadera roscada 	
<b>Imagen soporte sencillo para tubo de cortina</b>		
	Dimensiones: Largo: 6.5 cm Ancho: 4.3 cm Alto: 6.2	

**Figura 62.** Ficha técnica soporte sencillo para tubo de cortina (Autoría propia).

- Soporte diente de sierra para marcos: está asegurado con tornillos y es un colgador de lona perfecto, sirve como: colgador de cuadros, colgador de croquis o punto de cruz.

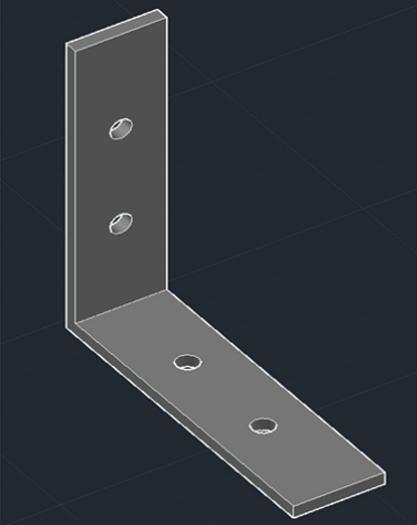
<b>Ficha técnica de serrucho de marquetería de la empresa IHCZ</b>	
	Fecha: 1/03/2020
	Código producto: SERRU003
	Versión: 1
	Elaborada por: Jorge Eliecer Carmona Zuleta
<b>Descripción general del producto.</b>	Es un accesorio metálico que utiliza para la ubicación de cuadros y repisas en las paredes.
<b>Estándar de calidad.</b>	La fabricación de este accesorio debe cumplir con los estándares de calidad suficientes que le permitan resistir un peso máximo de 5 Kg.
<b>Materiales.</b>	Lámina de cold rolled en calibres 20 y 22, para el decapado se utiliza baño de zinc.
<b>Dimensiones</b>	<p>largo: 5 cm            ancho: 0.7 cm            alto: 0.5 cm</p>
<b>Imagen del soporte de cortina sencillo.</b>	

**Figura 63.** Ficha técnica diente de sierra para marcos (Autoría propia).

#### **8.4.1. Dibujos de ingeniería de los nuevos productos.**

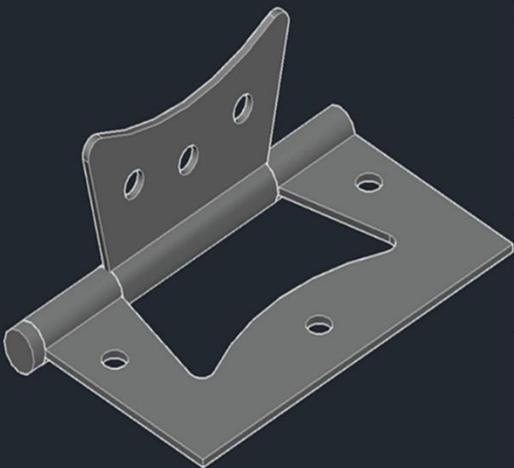
A continuación, se muestran los diseños de ingeniería de los productos propuestos para incluir en el catálogo de ventas de la empresa IHCZ.

- Soporte escuadra: es utilizado comúnmente como soporte para repisas, fácil de instalar y tiene alta capacidad de carga, las medidas de la figura se encuentran en el anexo e.

Ficha técnica soporte escuadra			
		Fecha:	1/03/2020
	Código producto:	ESMAR004	
	Versión:	1	
	Elaborada por:	Jorge Eliecer Carmona Zuleta	
Descripción general del producto.	Es un tipo de soporte metálico implementado para sostener nuevos tipos como blackout		
Estándar de calidad.	La fabricación de este soporte debe cumplir con los estándares de calidad suficientes que le permitan resistir un peso máximo de 3 Kg.		
Materiales.	Lámina de hierro en calibres 14 y 15, para el decapado se utiliza baño de zinc.		
Dimensiones	Largo: 150 mm Ancho: 20 mm Alto: 1,2 mm Huecos: diametro de 8 mm		
Imagen del soporte			

**Figura 64.** Dibujo de ingeniería del soporte escuadra (Autoría propia)

- Bisagra: objeto comúnmente utilizado para facilitar la abertura y cierre de puertas de todo tipo, las medidas de la figura se encuentran en el anexo e.

Ficha técnica de escuadra de marquetería de la empresa			
		Fecha:	1/03/2020
	Código producto:	BISA003	
	Versión:	1	
	Elaborada por:	Jorge Eliecer Carmona Zuleta	
Descripción general del producto.	Es un accesorio metálico implementado para el posicionamiento de las puertas de madera en los		
Estándar de calidad.	La fabricación de este accesorio debe cumplir con los estándares de calidad suficientes que le permitan resistir un peso máximo de 20 Kg.		
Materiales.	Lámina de cold rolled en calibres 14, para el decapado se utiliza baño de zinc.		
Dimensiones	Largo: 450 mm Ancho: 800 mm Huecos: 8 mm de diametro Alto: 3mm		
Imagen de bisagra para puertas de aluminio.			

**Figura 65.** Dibujo de ingeniería de la bisagra (Autoría propia)

## 8.5. Diagnóstico para el diseño de planta

A través del presente diagnóstico se conocen las condiciones actuales de la planta IHCZ y basados en las ocho fichas de evaluación que presenta (Muther, 1970) para el diseño y distribución de plantas. También se realizó un análisis de seguridad para la mitigación o eliminación del riesgo mecánico que se presenta en la planta.

Sabiendo que para el diligenciamiento de las fichas se relacionan las siguientes letras así: (E): Esencial o especialmente importante, (I) Importante o que requiere detenida investigación, (O)

Ordinariamente previsto o de importancia normal, (U) Innecesario o poco importante. Como se muestran en el anexo I.

### 8.5.1. Factor material.

	Hoja guía # 1 (FACTOR MATERIAL)-propuesta para la distribución de planta IHCZ				
	Fecha	14/04/2020			
	Proyecto	Distribucion de planta			
	Elaborado por	Jorge Eliecer Carmona zuleta			
Elementos o particularidades	identificación	E	I	O	U
a. Materias primas:	Retal de lámina cold rolled y galvanizada en calibre 20.	X			
b. Material entrante:	Tornillo zincado 3/16X1"	X			
c. Material en proceso:	Las figuras planas de los soportes continúan al proceso de	X			
d. Productos acabados:	Soporte para tubo de aluminio y soporte de dientes para	X			
e. Material saliente o embalado:	Se genera chatarra		X		
f. Materiales accesorios empleados en el proceso:	Tornillo zincado de 3/16X1"	X			
g. Piezas rechazadas para recuperar o repetir:	Las piezas defectuosas no se pueden recuperar			X	
h. Material de recuperación:	El retal mal utilizado no se puede recuperar			X	
i. Chatarra, viruta, desperdicios, desechos:	Al final del proceso de troquelado se genera un desperdicio del 25% de la materia prima inicial			X	
j. Materiales de embalaje:	En el proceso no hay materias primas que se puedan embalar				X

**Figura 66.** Factor material (Autoría propia)

Para la empresa IHCZ es de vital importancia el diseño de los nuevos productos debe ser apropiado para el sistema de producción de la empresa y que cumpla con las condiciones físicas y químicas para el proceso basadas en el retal de lámina cold rolled.

Para cumplir con las expectativas de la empresa y sus proyectos se requiere aumentar su capacidad y sus inmuebles para el almacenamiento del producto para la demanda que se requiera, para la optimización de sus procesos se implementó la automatización flexible, en tiempos de producción se estiman tiempos definidos para cada operatoria en la fabricación de sus productos para cumplir con la productividad.

### 8.5.2. Factor maquinaria.

	Hoja guía # 2 (FACTOR MÁQUINA)-propuesta de distribución para la planta IHCZ				
	Fecha	14/04/2020			
	Proyecto	Distribucion de planta			
	Elaborado por	Jorge Eliecer Carmona zuleta			
Elementos o particularidad	Identificación	E	I	O	U
a. Maquinas de producción	Troqueladoras de 50t, 15t y un taladro de árbol de un caballo de	X			
b. Dispositivos especiales	Torquimetro		X		
c. Herram., moldes, patrones, plantillas,	Troqueles de corte y troqueles de doblado	X			
d. Aparatos de medida y de comprob.; unidades	Calibrador		X		
e. Herram. manejadas por el operario	Juego de llaves hexagonales, juego de llaves Bristol, hombre solo, llave alemana, alicates destornilladores, taladro, pulidora,		X		
f. Controles o cuadros de control	El proceso no cuenta con tableros de control				
g. Maquinaria de repuesto o inactiva	No se tiene disponible maquinaria de repuesto				X
h. Maquinaria para mantenimiento taller de utilaje u otros servicios	El área de mantenimiento esta tercerizada			X	

**Figura 67.** Factor maquinaria (Autoría propia)

El proceso de fabricación bajo la maquinaria y herramientas del proceso, el proceso de fabricación del producto de la empresa es mecánico y repetitivo por lo cual se realiza un proceso automatizado que mejore la productividad y disminuya costos de mano de obra. Adicional a esto la empresa tiene como meta implementar tecnología de punta en todos sus procesos.

Se implementan medidas de seguridad hombre máquina, y proceso LILA para procesos de mantenimiento preventivos y correctivos a las máquinas, también se tiene en cuenta el acceso a las máquinas por lo cual se motiva a la empresa a adquirir un espacio más amplio para estas, dado que una máquina siempre necesita acceso por los cuatro lados debido a limpiezas y mantenimiento.

### 8.5.3. Factor hombre.

	Hoja guía # 3 (FACTOR HOMBRE)-propuesta de distribución para la planta IHCZ				
	Fecha	14/04/2020			
	Proyecto	Distribucion de planta			
	Elaborado por	Jorge Eliecer Carmona zuleta			
Personal involucrado	Identificación	E	I	O	U
a. Mano de obra directa	La empresa genera empleo para cuatro empleados directos	X			
b. Jefes de equipo y capataces	La empresa no tiene necesidad de contratar personal especializado para estas actividades porque es muy pequeña				X
c. Jefe de seccion y encargados					
d. Jefes de servicio	La empresa genera empleo indirecto para el contratists de los servicios de acarreo				
e. Personal indirecto o de actividades		X			
Preparacion de maquinas	Estas dos actividades son realizadas por los operarios de la empresa				
Instaladores		X			
Manipuladores de material y almaceneros	Para esta activida se contratan dos personas, esclucivamente para los dias que se recoge el retal de lámina		X		
Planificadores de taller, lanzadores, impulsrés, (segadores) y contadores	La contabilidad de la empresa esta tercerizada		X		

**Figura 68.** Factor Hombre (Autoría propia)

Para el cumplimiento de la producción de la empresa las áreas de trabajo se organizan y se capacita a los empleados en la herramienta 5s, así como también señalizar, se adecuan implementos de seguridad, y personal capacitado para la operación que se realiza.

Se implementan contratos fijos y estudios de seguridad para el cumplimiento de la normativa y ley del trabajador.

#### 8.5.4. Factor movimiento.

		hoja guia # 4 (FACTOR MOVIMIENTO)-propuesta de distribucion de planta IHCZ			
		Fecha	14/04/2020		
Proyecto		Distribucion de planta			
Elaborado por		Jorge Eleicer Carmona zuleta			
Elementos o particularidades	Identificacion	E	I	O	U
m-a. Rampas, conductos, tuberias, rieles de guia	No hay plantas en el diseño actual de la planta	X			
m-b. Transportadores de rodillos, de cinta, de cangilones	No se implementa ninguno de estos sistemas en la actual planta		X		
m-c. Gruas, monorrailes	No se implementa ninguno de estos sistemas en la actual planta		X		
m-d. Ascensores, montacargas, cabrias	No montacargas y es importante		X		
m-e. Equipo de estibado, afianzamiento y colocacion	No es indispensable un sistema de estivado en los almacenes		X		
m-f. Vehiculos industriales-camiones, trenes de tractores, carretillas metalicas elevadoras, carretas, mesas rodantes	Las mesas rodantes es un sistema necesario para los tranportes de los productos en proceso		X		
m-g. Vehiculos de carretera	La empresa no tiene vehiculos propios		X		
m-h. Correo o recadero	Coreo electronico es el sistema que se utiliza para en envio de documentacion	X			
recipientes para material movil o en espera					
r-a. Envases sencillos- cajas, bilones, bandejas, cestas	Recipientes plasticos y cestas son implementados para depositar las piezas en proceso		X		
r-b. Envases plegables. insertables o estibables	Implementacion de cestas apilables		X		
r-c. Tanques, barriles, recipientes basculables	para el almacenamiento de materia prima retal se utilizan tanques metalicos		X		
r-d. Estanterias, cajones, armarios	Mueble de almacenamiento de troqueles y herramientas		X		

**Figura 69.** Factor movimiento (Autoría propia)

Para este factor se reorganiza la empresa, la circulación de un área a otra con el fin de disminuir las distancias, ayudar con la disminución de daños, accidentes y costos.

La implementación de estas mejoras reduce la cantidad de movimientos, procesos innecesarios que estaban afectando la productividad, así como crear indicadores y controles para el mantenimiento de las zonas comunes, procesos, maquinaria y trabajadores, esto para dar cumplimiento a las metas diarias y así cumplir con la proyección de la productividad.

### 8.5.5. Factor espera.

	<b>Hoja guía # 5 (FACTOR ESPERA)-propuesta de distribución para la planta IHCZ</b>				
	<b>Fecha</b>	14/04/2020			
	<b>Proyecto</b>	Distribución de planta			
	<b>Elaborado por</b>	Jorge Eliecer Carmona Zuleta			
<b>Elementos o particularidades</b>	<b>Identificación</b>	<b>E</b>	<b>I</b>	<b>O</b>	<b>U</b>
a. Área de recepción del material entrante	El tiempo de espera de este proceso depende de la cantidad de materia prima a recibir		X		
b. Almacenaje de materia prima u otro material	Las esperas generadas para este proceso, son por desorden en cada una de las áreas	X			
c. Almacenajes dentro del proceso	Dentro de los procesos no se generan almacenamientos			X	
d. Demoras entre dos operaciones	Cuando se presentan para das no planeadas		X		
e. Área de almacenaje de productos terminados	En este área no se generan esperas			X	
f. Almacenaje de desechos, volúmenes, suministros, embalajes, piezas recuperadas	En estos factores no se generan esperas		X		
g. Almacenaje de maquinaria, equipo, herramientas, (incluyendo las inactivas).	El almacenamiento de las herramientas no genera esperas		X		

**Figura 70.** Factor espera (Autoría propia)

Cuando la distribución está correctamente planeada, los circuitos de flujo de material se reducen a un grado óptimo; y la circulación del material se realiza en forma clara y veloz a través de la planta, siempre en progreso hacia el acabado del producto.

La disminución de costes es lo más importante de este factor ya que la razón por la que se puede justificar la existencia de material en espera, aunque cueste dinero, es porque permite mayores ahorros en alguna parte del proceso total de fabricación. La materia prima en espera permite un aprovechamiento de las condiciones de mercado y de la compra en cantidad. La existencia de productos terminados permite atender una mayor cantidad de pedidos; y ofrecer un mejor y más regular servicio a los clientes. Las esperas en proceso permiten lotes de tamaño más económicos, regulariza la mano de obra y mejora la utilización del hombre y de la máquina. El material en espera, por lo tanto, puede ser a la vez una economía y un servicio; y no siempre algo que el distribuidor debe tratar de eliminar.

### 8.5.6. Factor servicio.

		Hoja guía # 6 (FACTOR SERVICIO)-propuesta de distribución para la planta IHCZ				
		Fecha	14/04/2020			
		Proyecto	Distribución de planta			
		Elaborado por	Jorge Eliecer Carmona Zuleta			
Elementos o particularidades	Identificación	E	I	O	U	
A. Pasos de acceso para el personal	El servicio de acceso a la planta debe de estar disponible	X				
1. Entrada y salida de la planta	Este servicio actualmente no tiene la capacidad instalada suficiente	X				
2. Dentro de la planta	El personal no cuenta con los servicios suficientes que garanticen su comodidad	X				
B. Instalaciones para el personal	Falta de acondicionamiento	X				
1. Aparcamiento de vehículos	La nueva instalación debe de contar con el servicio de parqueadero	X				
2. Lavados y retrepes	En la nueva planta estos servicios deben de ser bien acondicionados	X				
3. Vestuarios	Se requiere acondicionamiento de esta área		X			
4. Duchas	No se cuenta con este servicio		X			
5. Salas de descanso y de espera	No se cuenta con este servicio		X			
6. Tableros de avisos	Es importante contar con este servicio		X			
7. Equipos y enfermería para primeros auxilios	Es importante implementar servicios de primeros auxilios	X				
8. Fuentes de agua potable	Adecuación de este servicio		X			
9. Cafetería o comedores	Importante la adecuación de estos servicios		X			
10. Limpieza y recogida de desperdicios	Este servicio lo deben de hacer cada uno de los operarios en su área	X				
11. Oficina de personal	Importante la adecuación de estos servicios	X				
c. Protección de la planta (alarmas, protectores, rociadores)	Importante la adecuación de estos servicios		X			
d. Iluminación general y local	Este servicio es importante para la operación de la planta	X				
e. Oficinas	Importante la adecuación de estos servicios		X			

**Figura 71.** Factor servicio (Autoría propia)

Se realizan mejoras a las instalaciones en toda su planta tanto interna como externa para el mejoramiento de la productividad de la empresa, se adecuan nuevos servicios e implementación de nuevas zonas que permiten el correcto funcionamiento atendiendo las normativas y leyes que correspondan a la empresa.

Con respecto a la maquinaria, material, controles y puntos de calidad que permitieron el desarrollo continuo de la producción y permitan el flujo correspondiente de los servicios tercerizados y flujos propios de la empresa.

### 8.5.7. Factor edificio.

		Hoja guía # 7 (FACTOR EDIFICIO)-propuesta de distribución para la planta IHCZ				
		Fecha	14/04/2020			
		Proyecto	distribución de planta			
		Elaborado por	Jorge Eliecer Carmona Zuleta			
Elementos o particularidades	Identificación	E	I	O	U	
e-a. Edificio especial o de uso general	Edificio general de bajo costo	X				
e-b. Edificio de un solo piso o de varios	Edificio de económico de una planta y media (un piso y un altillo)		X			
e-c. Forma del edificio	Edificio relativamente cuadrado	X				
e-d. Sótanos o altillos	Sótano no pero sí un altillo para una o dos oficinas		X			
e-e. Ventanas	Sin ventanas				X	
e-f. Suelos	Suelo fuerte, firme que soporte la maquinaria pesada y al mismo nivel en la totalidad de la planta	X				
e-g. Cubiertas y techos	Altura de techo recomendada de 10-22 pies, con una estructura de armadura de arco		X			
e-h. Paredes y columnas	Combinación de dos espaciados de columnas diferentes en beneficio de la circulación de materiales			X		
e-j. Ascensores, montacargas, escaleras, etc.	Escalera para subir al altillo donde estarán ubicadas las oficinas		X			

**Figura 72.** Factor edificio (Autoría propia)

El edificio influirá en la distribución sobre todo si ya existe en el momento de proyectarla. De aquí que las consideraciones de edificio se transformen en seguida en limitaciones de la libertad de acción del distribuidor. Por su misma cualidad de permanencia, el edificio crea una cierta rigidez en la distribución. Por otra parte, el levantar un edificio completamente nuevo alrededor de una distribución implica que dicho edificio deberá ajustarse a las necesidades de esta. Para este caso la empresa IHCZ busco nueva bodega para su funcionamiento y reorganización la cual se explica en el anexo I.

### 8.5.8. Factor cambio.

	Hoja guía # 8 (FACTOR CAMBIO)-propuesta de distribución para la planta IHCZ	
	Fecha	14/04/2020
	Proyecto	Distribución de planta
	Elaborado por	Jorge Eliecer Carmona Zuleta
<b>Consideraciones que pueden afectar a la distribución</b>	<b>Efectos sobre la distribución: puntos en que estos son importantes; o resultado de la investigación</b>	
1. cambios en el material	los cambios de la materia prima deben de mantener los mismos estándares de calidad, para la fabricación de los productos	
a. diseño de producto (modelo, estilo, tipo o modificación)	los diseños de las nuevas líneas. Deben de considerar el desperdicio del material	
b. materiales	toda la línea debe de fabricarse con materias primas reutilizadas	
c. demanda	la línea de los soportes muestra una declinación en la curva	
d. variedad de productos	la empresa IHCZ requiere que se diversifiquen la línea de producción	
2. cambios en la maquinaria	requerimiento de automatización en los procesos de corte y doblado	
a. procesos o métodos (maquinarias, equipos y herramientas)	la maquina troqueladora de 50t se debe de cambiar por una de 30t con carrera variable	
3. cambios en el personal	el personal debe de ser capacitado	
a. horas de trabajo	aumento de la capacidad instalada, con la implementación de dos turnos	
b. organización o supervisión	generación del cambio organizacional y cultural de la empresa	
c. clasificación personal	operarios	
4. cambios en las actividades auxiliares	estandarización de los métodos y de los procesos	
a. método y equipo de manipulación	implementación de gatos hidráulicos	
b. método y equipo de almacenamiento	no se requiere el cambio en este equipo o procedimiento	
c. cambios en los servicios	no se requiere cambio	

**Figura 73.** Factor cambio (Autoría propia)

Se establecen nuevas consideraciones que pueden mejorar la productividad de la empresa dado que el aumento de la demanda, nuevas instalaciones que cumplan con los estándares de calidad para el cumplimiento de todas sus proyecciones tanto en calidad, producción, desperdicios, y nuevo mercado de productos como lo muestra la hoja guía.

### 8.5.9. Seguridad en las máquinas troqueladoras.

Teniendo en cuenta la tasa de accidentalidad presentada en la máquina troqueladora de 15 toneladas se decidió evaluar un factor adicional de seguridad, para identificar los factores críticos que ocasionan los accidentes. Identificando la forma de mitigar el riesgo desde la caracterización del área productiva, por lo cual se realiza la siguiente ficha.

	<b>Hoja guía # 8 (factor seguridad)-propuesta de seguridad por accidentalidad IHCZ</b>	
	<b>Fecha</b>	14/04/2020
	<b>Proyecto</b>	Distribución de planta
	<b>Elaborado por</b>	Gina Paola Soto
<b>Clasificación del riesgo</b>	Mecánica	
<b>Descripción</b>	Manipulación de máquinas	
<b>Fuente generadora</b>	Máquinas troqueladoras de 15 y 50 toneladas	
<b>Efectos posibles</b>	Lesión por aplastamiento en los dedos de las manos	
<b>Numero de expuestos</b>	1 ó 2	
<b>Métodos de prevención y control</b>		
<b>Consideraciones a tener en cuenta</b>	<b>Condiciones de higiene y seguridad en las áreas de trabajo</b>	
<b>1. Consideraciones en la distribución</b>		
a. Señalización de riesgo de seguridad en el área de trabajo	Implementación de señalización optica de: advertencia, prohibición, obligación, contra incendios, de salvamento y emergencias	
b. Demarcación de las áreas de trabajo de las maquinas	Implementación de indicadores luminosos en el suelo utilizando cintas ó luces de colores especificos para indicar la precaución y el riesgo	
c. Mapa de riesgo en lugar visible	Realización de mapa de riesgos y publicación en un lugar visible de la planta para conocimiento de todos los operarios.	
<b>2. Consideraciones en la maquinaria</b>		
a. Señalización de especificaciones técnicas visibles en la máquina	Realización de sticker con especificaciones técnicas de la máquina, importantes para tener en cuenta en caso de accidentes.	
b. Instalación de sistema automatizado en la máquina	Instalación de guarda automática que mitigue el riesgo de lesión o automatización de los procesos en las máquinas mediante sistema que evite el acercamiento de la mano a la zona de riesgo en la máquina.	
<b>3. Consideraciones en el trabajador</b>		
a. Experiencia laboral	El operario que manipule las maquinas debe tener experiencia en troquelado	
b. Verificación del método de trabajo	Implementar la supervisión al trabajador durante la operación de troquelado, para verificar que tome las medidas de seguridad adecuadas	
c. Capacitación de los riesgos y consecuencias	Capacitación a los trabajadores sobre los riesgos que presenta cada puesto de trabajo y estrategias desde el método de operación para mitigarlos.	
d. Utilización de elementos de protección personal	Dotar a los trabajadores con los elementos de protección obligatorios y necesarios para la operación que realicen	
<b>4. Consideraciones legales</b>		
a. Aplicación de ISO 14.001	*Decreto 1072/2015 reglamentario para el sector del trabajo. *Resolución 2400/1979 Disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. *Resolución 0312/2019 para pequeñas y medianas empresas. *Art 8: Obligaciones de los empleadores.	

**Figura 74.** Ficha de consideraciones de seguridad para la planta IHCZ (Autoría propia).

Identificar los factores de riesgo, prohibiciones u obligaciones dentro de la zona de trabajo para proporcionar información sobre localización e identificación de determinados medios de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios lo cual permite orientar y guiar a los trabajadores cuando realicen maniobras peligrosas.

### 8.6. Diseño de planta para la empresa IHCZ

Teniendo en cuenta el esquema del diagrama de flujo de actividades, que permite documentar, observar y analizar las actividades en detalle dentro de un proceso productivo, y ayuda al análisis para el entendimiento del comportamiento del proceso antes de implementar alguna solución, se realiza un diagrama por cada producto que fabrica la mipyme IHCZ.

### 8.6.1. Diagrama de flujo del soporte sencillo para tubo de cortina.

El presente diagrama de flujo se encuentra en el anexo c, se realizó teniendo en cuenta la fabricación de 10.000 unidades se describen todas las actividades desde la obtención de la materia prima hasta la entrega al cliente del producto terminado, representando distancia, tiempo y posibilidad de cambiar, eliminar o mejorar, alguna de las actividades, el resumen de operaciones, tiempo y distancia para el análisis se encuentra en la figura 53, donde se evidencia 4.123 mín. en total del recorrido del producto por la cadena de valor y recorrido total de 82.049 m.

Símbolo	Distancia (m)	Tiempo (min)	
○	Operación	42 m	3.443 min
⇒	Transporte	82.004 m	340 min
□	Inspección	0 m	120 min
D	Demora	0 m	40 min
▽	Almacenamiento	3 m	180 min
	Total	82.049 m	4.123 min

**Figura 75.** Resumen diagrama de flujo, soporte sencillo para tubo de cortina (Autoría propia).

### 8.6.2. Diagrama de flujo del soporte doble para tubo de cortina.

El presente diagrama de flujo se encuentra en el anexo c, se realizó teniendo en cuenta la fabricación de 10.000 unidades se describen todas las actividades desde la obtención de la materia prima hasta la entrega al cliente del producto terminado, representando distancia, tiempo y posibilidad de cambiar, eliminar o mejorar alguna de las actividades, el resumen de operaciones, tiempo y distancia para el análisis se encuentra en la figura 54, donde se evidencia 10.520 mín. en total del recorrido del producto por la cadena de valor y recorrido total de 82.049 m.

Símbolo	Distancia (m)	Tiempo (min)	
○	Operación	42 m	9.810 min
⇒	Transporte	82.004 m	340 min
□	Inspección	0 m	150 min
D	Demora	0 m	40 min
▽	Almacenamiento	3 m	180 min
	Total	82.049 m	10.520 min

**Figura 76.** Resumen diagrama de flujo, soporte doble para tubo de cortina (Autoría propia).

### 8.6.3. Diagrama de flujo de la abrazadera.

El presente diagrama de flujo se encuentra en el anexo c, este es uno de los productos complementarios del soporte junto con los tornillos los cuales se compran, a diferencia de los tornillos la arandela se fabrica en la planta de IHCZ y tiene su propio diagrama de flujo para 20.000 unidades, se describen cada una de las actividades, con distancias, tiempos y recorridos, donde se evidencia en total 2.960 mín. y 6.005 m recorridos, como se muestra en la figura 55.

Símbolo	Distancia (m)	Tiempo (min)
○	Operación	5.355 min
⇒	Transporte	6.005 m 105 min
□	Inspección	110 min
D	Demora	0 min
▽	Almacenamiento	0 min
	Total	6.005 m 5.570 min

**Figura 77.** Resumen diagrama de flujo, abrazadera (Autoría propia).

#### 8.6.4. Diagrama de flujo del soporte diente de sierra para marcos.

El presente diagrama de flujo se encuentra en el anexo c, se realizó teniendo en cuenta la fabricación de 40.000 unidades se describen todas las actividades desde la obtención de la materia prima hasta la entrega al cliente del producto terminado, representando distancia, tiempo y posibilidad de cambiar, eliminar o mejorar alguna de las actividades, el resumen de operaciones, tiempo y distancia para el análisis se encuentra en la figura 56, donde se evidencia 2.608 mín. en total del recorrido del producto por la cadena de valor y recorrido total de 58.016 m.

Símbolo	Distancia (m)	Tiempo (min)
○	Operación	26.010 m 2.368 min
⇒	Transporte	32.003 m 150 min
□	Inspección	0 m 50 min
D	Demora	0 m 10 min
▽	Almacenamiento	3 m 30 min
	Total	58.016 m 2.608 min

**Figura 78.** Resumen diagrama de flujo, soporte diente de sierra para marcos (Autoría propia).

#### 8.6.5. Diagrama de recorrido de los productos.

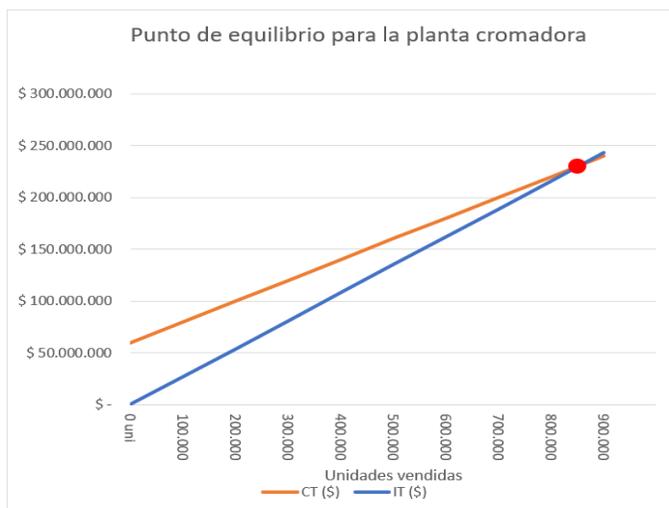
El diagrama de recorrido se encuentra en la Figura 13 “Distribución y recorrido actual de la planta de la empresa IHCZ” en la página 25 del presente trabajo, Se identificó la relación grafica entre los principales componentes del sistema y así analizar si existen cuellos de botella, si algunos procesos están mal ubicados y están representando mayor costo para la empresa por tardar más tiempo, también se pretende observar si se puede mejorar la eficiencia implementando la automatización.

#### 8.6.6. Análisis de costo de procesos tercerizados en la empresa IHCZ.

Para el desarrollo del presente análisis se analizaron los costos fijos y variables de implementar en la nueva distribución de planta cada proceso que actualmente la empresa tiene tercerizado, y se realizó un análisis de punto de equilibrio para evidenciar la rentabilidad de cada proceso, como se muestra a continuación en las figuras 73, 74 y 75, comparando la demanda actual de la empresa y el costo de tercerizar actualmente.

**8.6.6.1. Análisis de costos para planta de cromado.** Se identificó para la implementación de la planta de cromado de la empresa IHCZ, un total de \$60.000.000 de costos fijos anuales y \$200 de costos variables por unidad.

Punto de equilibrio = Costo Fijo/(Precio-Costo Variable) | 857.143 uni



Análisis de costos para el proceso de cromado del soporte sencillo para IHCZ	
Concepto	Costo
Costos fijos (\$/año)	\$ 60.000.000
Costos variables (\$/und)	\$ 200
Precio venta (\$/und)	\$ 270

Q (Unidades)	CT (\$)	IT (\$)
0 uni	\$ 60.000.000	\$ -
100.000	\$ 80.000.000	\$ 27.000.000
200.000	\$ 100.000.000	\$ 54.000.000
300.000	\$ 120.000.000	\$ 81.000.000
400.000	\$ 140.000.000	\$ 108.000.000
500.000	\$ 160.000.000	\$ 135.000.000
600.000	\$ 180.000.000	\$ 162.000.000
700.000	\$ 200.000.000	\$ 189.000.000
800.000	\$ 220.000.000	\$ 216.000.000
900.000	\$ 240.000.000	\$ 243.000.000

**Figura 79.** Punto de equilibrio para la planta de cromado dentro de IHCZ (Autoría propia).

Se realizó el punto de equilibrio para la fabricación de entre 0 y 900.000 unidades cromadas al año, donde se identifica existencia de utilidad a partir de 857.143 unidades cromadas al año, lo cual está muy por encima de la demanda anual que actualmente tiene la empresa.

**8.6.6.2. Análisis de costos para planta de zincado.** Los costos fijos anuales suman \$22.800.000 y \$2 el costo variable por unidad y un precio de venta de zincado por \$3 por cada soporte diente de sierra o arandela.

Punto de equilibrio = Costo Fijo/(Precio-Costo Variable) | 15.200.000 unds



Análisis de costos para el proceso de Zincado en IHCZ	
Concepto	Costo
Costos fijos (\$/año)	\$ 22.800.000
Costos variables (\$/und)	\$ 2
Precio venta (\$/und)	\$ 3

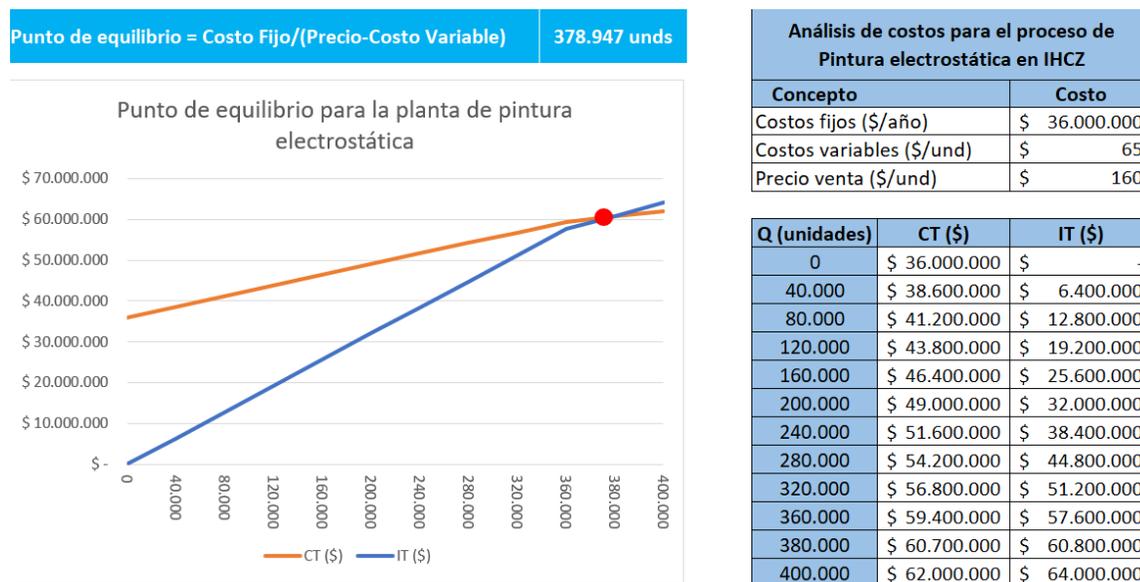
Q (unidades)	CT (\$)	IT (\$)
0	\$ 22.800.000	\$ -
3.000.000	\$ 27.300.000	\$ 9.000.000
6.000.000	\$ 31.800.000	\$ 18.000.000
12.000.000	\$ 40.800.000	\$ 36.000.000
15.000.000	\$ 45.300.000	\$ 45.000.000
18.000.000	\$ 49.800.000	\$ 54.000.000
21.000.000	\$ 54.300.000	\$ 63.000.000

**Figura 80.** Punto de equilibrio para la planta de zincado dentro de IHCZ (Autoría propia)

Con el análisis de punto de equilibrio para el proceso de zincado se detecta que a partir de 15.200.000 unidades se evidencian utilidades, lo cual no es viable porque los costos fijos superan los ingresos totales anuales para la demanda que actualmente maneja la empresa, dado que los únicos productos que se envían a zincado son el soporte diente de sierra y la abrazadera la cual es un producto complementario de los soportes doble y sencillo.

**8.6.6.3. Análisis de costos para planta de pintura electrostática.** Se tiene conocimiento de costos fijos por \$36.000.000 y \$65 por unidad de costo variable, con un precio de venta en promedio de \$160 por unidad pintada, teniendo en cuenta que los productos enviados a este proceso son un 10% de los soportes, ya que solo se envían a pintura electrostática si la materia prima reutilizada tiene oxido y muy rara vez se presenta así.

Como se muestra en la figura 75, para que exista un equilibrio entre los costos totales anuales y los ingresos, se deben pintar por lo menos 378.947 unidades y dado que solo un 10% de la demanda de los soportes debe ser pintado, no es rentable implementar una planta de pintura electrostática en IHCZ.



**Figura 81.** Punto de equilibrio para la planta de pintura electrostática dentro de IHCZ (Autoría propia).

En relación con el análisis de costos presentado se concluye que la mejor opción para la empresa IHCZ, es tercerizar los procesos de cromado, zincado y pintura electrostática, dado que es una

empresa pequeña y su demanda aún no satisface los costos para implementar estos tres procesos dentro de la fabricación.

## 8.7. Método para la distribución de planta

De acuerdo con la fabricación por pedido de la empresa IHCZ, se elige el tipo de distribución por proceso, dado que la empresa maneja una producción por lotes de productos y la maquinaria esta agrupada en una misma área de trabajo.

### 8.7.1. Cálculo de las superficies.

Para el siguiente cálculo se tienen en cuenta tres superficies parciales que contemplan, la superficie estática, gravitacional y de movimientos.

- Superficie estática (Ss): es la superficie correspondiente a los muebles, máquinas e instalaciones.
- Superficie gravitacional (Sg): es la superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el operario y el material utilizado para las operaciones en curso. Hallada a partir de la fórmula:

$$Sg = Ss * N \quad (5)$$

Dónde:

N: número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

- Superficie de evolución (Se): es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal y para la manutención. Hallada a partir de la fórmula:

$$Se = (Ss + Sg) (k) \quad (6)$$

Dónde:

k: Coeficiente correspondiente a 2 para pequeñas empresas industriales mecánicas

- Superficie total (St): sumatoria de todas las superficies (Ss+Sg+Se)

	<b>Maquinaria</b>	<b>Ss (m2)</b>	<b>N</b>	<b>Sg (m2)</b>	<b>Se (m2)</b>
1	Zona de herramienta	2	1	2	8
2	Almacenamiento de mp	4	1	4	16
3	Troqueladora 15 ton	1	4	4	10
4	Troqueladora 50 ton	1	4	4	10
5	Almacenamiento de producto terminado en crudo	3	1	3	12
6	Taladro de árbol	1	2	2	6
7	Mueble de ensamble	4	1	4	16
8	Almacenamiento de producto terminado	2	2	4	12
9	Zona de material para chatarra	2	1	2	8
	<b>Total</b>	20		29	98
	<b>Total m2 sin pasillos (St)</b>	147			
	<b>Total m2 con pasillos</b>	276			

**Figura 82.** Cálculo de las superficies de la planta de IHCZ. Autoría propia

Realizando el cálculo de las superficies se evidencia que el área cuadrada actual de la planta de 72 metros cuadrados requiere ser ampliada un 70% con un área de por lo menos 276 metros cuadrados.

#### **8.7.2. Matriz de recorridos.**

Se realiza la matriz de recorrido partiendo de 50 unidades fabricadas, donde se identifica movimiento de unidades entre los procesos uno-tres y uno-cuatro, por donde se mueven las herramientas hacia las máquinas (ej. Troqueles, llaves, etc), los procesos con mayor movimiento de unidades y por lo tanto que más recorridos generan son los procesos dos-tres, tres-cuatro, cuatro-cinco, ya que son los procesos propios de la fabricación de los soportes dentro de la planta, y luego de pasar por los procesos tercerizados, los productos vuelven a la planta y se presentan movimiento entre los procesos uno-siete, cuatro-siete, dos-siete y finalmente siete-ocho, como se muestra en la siguiente figura.

procesos	matriz de recorrido									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Zona de herramientas	1	-		10	10					
Zona de materia prima	2		-	50						
Corte (troquel 50 ton)	3			-	50		10			10
Doblaje (troquel 15 ton)	4				-	50		50		
Almacén de producto terminado en crudo	5					-				
Taladro de árbol	6						-	50		
Ensamble	7							-	50	
Zona de producto terminado	8								-	
Zona de material para chatarra	9									-

**Figura 83.** Matriz de recorrido (Autoría propia).

Basados en los resultados de la matriz de recorridos se procede a realizar la matriz de relaciones, teniendo en cuenta la clasificación de proximidad de la figura anterior y las claves explicativas de la figura siguiente, según el código de línea que le corresponde a cada letra y la respectiva clasificación.

Procesos	Matriz de relaciones									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Zona de herramientas	1	-	U	I(1,2)	I(1,2)	U	U	U	U	U
Zona de materia prima	2		-	A(1,2)	U	U	U	U	U	U
Corte (troquel 50 ton)	3			-	A(1,3)	U	I(1)	U	U	E(1,2)
Doblaje (troquel 15 ton)	4				-	A(1,3)	U	E(1,3)	U	U
Almacén de producto terminado en crudo	5					-	U	U	U	U
Taladro de árbol	6						-	A(1,2)	U	U
Ensamble	7							-	A(1,3)	U
Zona de producto terminado	8								-	U
Zona de material para chatarra	9									-

Clasificación de proximidad	Codigo de línea	
A	Absoluta/necesaria	—————
E	Especial/importante	—————
I	Importante	—————
O	Proximidad ordinaria	- - - - -
S o U	Sin importancia	
N o X	No deseable	- - - - -
Claves explicativas		
1	Manejo de materiales	
2	Personal compartido	
3	Facilidad de supervisión	
4	Utilización del espacio	
5	Higiene	
6	Actitudes del empleado	

**Figura 84.** Matriz de relaciones y proximidad (Autoría propia).

Se realiza el diagrama de bloques (ubicado en la siguiente figura) de la distribución actual de la empresa, y se observa que hay procesos como el nueve y el tres, que deben tener una proximidad especial y se encuentran demasiado retirados, sumado hay cuatro procesos (cuatro y tres, ocho y siete) que deben tener una proximidad absoluta y se observa parcialmente.



distribución actual como para la propuesta y se obtiene un resultado de la distribución actual de 510 pasos de distancia y para la distribución propuesta 370 pasos de distancia, lo que significa que se disminuye los recorridos y tiempo por recorrido en un 27.4%.

Relación entre procesos	Recorridos (u)	Distribución actual(d)	$u*d$	Distribución propuesta (di)	$u*di$
1,3	10	1	10	2	20
1,4	10	1	10	1	10
2,3	50	1	50	1	50
3,4	50	2	100	1	50
3,6	10	1	10	3	30
3,9	10	3	30	1	10
4,5	50	1	50	1	50
4,7	50	2	100	1	50
6,7	50	1	50	1	50
7,8	50	2	100	1	50
<b>Totales</b>			510		370

**Figura 87.** Evaluación cuantitativa de la distribución actual con la distribución propuesta (Autoría propia).

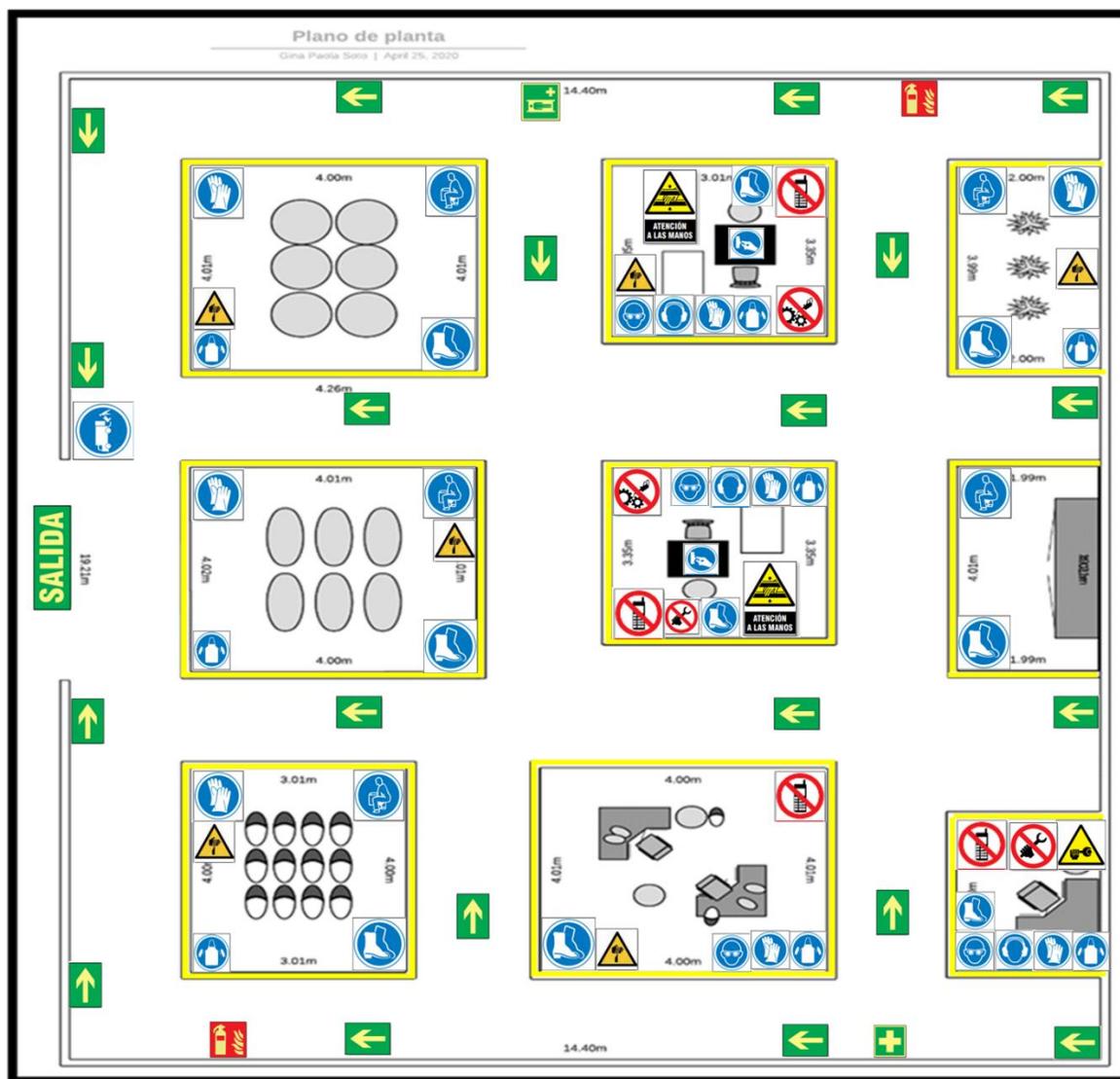
Teniendo en cuenta la distribución en bloques presentada en la figura 82 se realizó un mapa de la nueva distribución siguiendo la evaluación de las fichas de diagnóstico: forma cubica, los accesos a los puestos de trabajos, suficiente espacio para el flujo de materiales y movimiento de operarios dentro de la planta, puerta de acceso cerca de las áreas de almacenamiento y especificaciones de distancia de cada proceso dentro de la planta, incluyendo los pasillos. (Figura 84)



### 8.8. Alternativas de seguridad para la nueva distribución de planta

Tomando como referencia los accidentes presentados en las máquinas se realizó un mapa de riesgo en la nueva distribución de planta para la empresa IHCZ, así como también una matriz de riesgos para el riesgo mecánico que se ha venido presentando y una alternativa de solución para eliminar el riesgo:

#### 8.8.1. Mapa de riesgos para la nueva distribución de planta.



**Figura 90.** Mapa de riesgos de la propuesta de distribución de planta (Autoría propia).

Se realiza el mapa de riesgos y se propone la simbología a utilizar en la siguiente figura. Se exponen cada uno de los factores de riesgo y efectos a la salud de los trabajadores.

Simbolo	Significado	Simbolo	Significado	Simbolo	Significado
	Uso obligatorio de guantes		Ruta de salida		Peligro por elemento cortante
	Zona de carga y descarga		Botiquin de primeros auxilios		Peligro por lesión por aplastamiento de dedos o manos
	Uso obligatorio de delantal		Camilla		Peligro de hombre trabajando en maquinaria
	Uso obligatorio de gafas monofásicas		Salida		Prohibido engrasar las maquinas en funcionamiento
	Levantar correctamente		Uso obligatorio de cubre oídos		Prohibido usar celular
	Apagar cuando no se use		Uso obligatorio de botas punta de acero		Prohibido reparar por personal no autorizado

**Figura 91.** Simbología utilizada en el mapa de riesgos (Autoría propia).

### 8.8.2. Matriz de riesgos.

La matriz de riesgo realizada se encuentra en el anexo g, en el desarrollo se identificó un valor de deficiencia muy alto, un valor de exposición esporádica, lo que generó un valor de probabilidad alto, con un nivel de consecuencia grave y valor de riesgo de 250, lo cual corresponde a una interpretación II, valorado como aceptable o no aceptable con control específico, para lo cual se utiliza un control de ingeniería de automatización del accionamiento de la máquina, para controlar la accidentalidad y permitir que disminuya el índice de accidentalidad, en el proceso de doblado y cortado con la troqueladora de 15 toneladas, ya que es en esta donde se están presentando los accidentes.

### 8.8.3. Análisis de costos para automatizar.

Para el proceso de automatización, se realizó una investigación sobre los componentes a utilizar, para identificar los más apropiados y sus costos se realizaron tablas de ingeniería (se encuentran en el anexo h) con la información recolectada se realizó la tabla a continuación con el costo total de automatizar para presentar a la empresa IHCZ. También se realizó un análisis de costos de

indemnización a empleado por pérdida de la movilidad en el dedo pulgar, ya que es el dedo expuesto a la lesión principalmente o en caso muy grave amputación de este.

Tabla 15.

*Costos de sistema de accionamiento automático para la troqueladora de 15 ton*

<b>Componente</b>	<b>N°</b>	<b>Costo</b>
Sensor infrarrojo referencia GY906	1 und	\$34.900
Sensor de proximidad inductivo tipo amplificador integrado referencia OMGA/LJ12A3	1 und	\$35.000
Manómetro de glicerina referencia 255V	1 und	\$79.000
Sensor de vibración electrodinámico referencia DYNALABS	1 und	\$20.200
Cilindro neumático simple efecto referencia Unbranded/BSPSC40	1 und	\$435.000
Motor referencia MCRD-15	1 und	\$55.000
PLC referencia LCDE40DRF	1 und	\$1.200.000
Protocolo de comunicación AS-Interfaz CP 342-2	1 und	\$155.000
Cable para el sistema de comunicación AS- Interfaz	10 m	\$33.500
Compresor Mc CARTHY 115 pci	1 und	\$450.000
Tubería flexible FESTO	20 m	\$300.000
Instalación técnica		\$600.000
Diseño de ingeniería		\$600.000
Total, sin IVA		\$3.997.600
IVA (19%)		\$759.544
Total, con IVA		\$4.757.144

*Nota.* Autoría propia

El análisis de costos de la automatización del accionamiento de la máquina troqueladora, tiene un costo más IVA de casi \$5.000.000, y comparado con los costos de indemnización por inmovilidad del pulgar o amputación de este en un operario (presentados en la figura a continuación), es un costo muy bajo.

En el análisis de los costos de la afectación en el dedo pulgar, se obtuvo información del “manual único para la calificación de la pérdida de la capacidad laboral y ocupacional” de Mintrabajo (Decreto 1507/2014) para evaluar la afectación en el dedo y así mismo el costo.

Clase Funcional		0	1	2	3	4				
Grado		Normal	Leve	Moderado	Severo	Muy severo (Anquilosis)				
<b>Articulación</b>		<b>INTERFALÁNGICA (IF)</b> – representa el 15% de la deficiencia del pulgar								
	° grados de movilidad	> o igual a 80°	60° a 70°	50° a 30°	< o igual a 20°	20°	+10° a -10° 30° a 40°	>ó = a+10° >ó = a - 50°		
Flexión	<b>% de deficiencia global</b>	0%	0,5%	1,0%	2%	3%	4%	5%		
	° grados de movilidad	> o = +10°	0°	- 10° a - 30°	> -30°					
Extensión	<b>% de deficiencia global</b>	0%	0,5%	1,0%	2%					
<b>METACARPO FALÁNGICA (MCF)</b> representa el 10% de la deficiencia del pulgar										
	° grados de movilidad	> o igual a 60°	40° a 50°	30° a 20°	< ó = a 10°	20°	+10° a -10° 30° a 40°	>ó = a+10° >ó = a - 50°		
Flexión	<b>% de deficiencia global</b>	0%	1%	3%	4%	6%	7%	8%		
	° grados de movilidad	> o = 0°	- 10° a - 20°	- 30° a - 40°	> ó = a 50°					
Extensión	<b>% de deficiencia global</b>	0%	1%	3%	4%					
<b>CARPOMETACARPIANA (CMC)</b> representa el 75% de la deficiencia del pulgar										
	Movilidad pérdida en cm <sup>††</sup>		<ó = a 2 cm	3 a 5 cm	5 a 7 cm	> ó = 8cm	4 cm	<ó = 3 cm >ó = 5 cm		
Aducción	<b>% de deficiencia global</b>		0%	1%	2%	4,5%	2%	3%		
	Movilidad pérdida en cm		>ó igual a 50°	40°	30°	< ó = a 20°	30° a 40°	<ó = a 20° >ó = a 50°		
Abducción radial	<b>% de deficiencia global</b>		0%	0,5%	1%	2%	1%	2%		
Oposición	Movilidad pérdida en cm	>ó = a 7 cm	5 a 6 cm	3 a 4 cm	2 cm	< ó = 1cm	5 cm	4 cm ó > 0 = 6 cm	< ó = a 3cm	
	<b>% de deficiencia global</b>	0%	1%	2%	4%	8,5%	5%	6%	8,5%	

**Figura 92.** Deficiencia por disminución de los rangos de movilidad del pulgar (Mintrabajo, 2020)

La pérdida sensorial transversal total, corresponde al 50% según la figura anterior, en el anexo 23 se encuentra la tabla para deficiencia por disminución de los rangos de movilidad del pulgar por lo cual y para amputación de la falange es el 16% a nivel de deficiencia global.

Nivel	% Deficiencia global
<b>Pulgar a:</b>	
Articulación interfalángica	16

**Figura 93.** Porcentaje de deficiencia global por amputación de la falange (Mintrabajo, 2020).

Teniendo en cuenta la información presentada anteriormente, los porcentajes y edad del operario se presentan los costos, según la articulación afectada:

- Interfalángica (15% de deficiencia del pulgar): con un ingreso básico mensual de \$1.000.000, treinta años y afectación muy severa (clase funcional 4)

Edad: 30

Porcentaje: 5.00

Ingreso: \$ 1.000.000,00

Lugar: En el Trabajo

**Resultado: \$ 6.890.000,00**

**Figura 94.** Costo de indemnización por lesión interfalángica (marinpistachia, 2020).

- Metacarpofalángica (10% de deficiencia del pulgar): con un ingreso básico mensual de \$1.000.000, treinta años y afectación muy severa (clase funcional 4)

Edad: 30

Porcentaje: 10.00

Ingreso: \$ 1.000.000,00

Lugar: En el Trabajo

**Resultado: \$ 13.780.000,00**

**Figura 95.** Costo de indemnización por lesión metacarpofalángica (marinpistachia, 2020).

- Carpometacarpiana (75% de la deficiencia del pulgar): con un ingreso básico mensual de \$1.000.000, treinta años y afectación muy severa (clase funcional 4)

Edad: 30

Porcentaje: 8.50

Ingreso: \$ 1.000.000,00

Lugar: En el Trabajo

**Resultado: \$ 11.713.000,00**

**Figura 96.** Costo de indemnización por lesión carpometacarpiana (marinpistachia, 2020).

## 9. Evaluación financiera de la propuesta

Para la evaluación financiera del proyecto se realizó una evaluación compuesta por los costos de fabricación, materia prima, mano de obra, mantenimiento, entre otros; también se incluye el flujo de caja, balance general, indicadores y evolución financieros.

### 9.1. Sistema de clasificación de costos estimados

Según la AACE international (International, 2019) la clasificación de costos correspondiente a la presente propuesta corresponde a la estimación clase cinco ya que el proyecto corresponde a una propuesta conceptual.

### 9.2. Inversión inicial

Para la puesta en marcha de la propuesta se requiere de una inversión inicial en la cual se contemplan costos como: troqueles (moldes) para los nuevos productos, arriendo bodega nueva, distribución de planta nueva, instalaciones eléctricas entre otros.

Tabla 16.

#### *Inversión inicial*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Troqueles bisagra	4	\$ 2.500.000	\$ 10.000.000
Troqueles soporte tipo escuadra	2	\$ 1.500.000	\$ 3.000.000
Arriendo nuevo lugar 270 m <sup>2</sup>	1	\$ 4.500.000	\$ 4.500.000
Traslado de maquinas	1	\$ 800.000	\$ 800.000
Modificaciones a los servicios	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Instalaciones eléctricas	1	\$ 350.000	\$ 350.000
Adecuaciones de planta	1	\$ 500.000	\$ 500.000
sillas de trabajo	3	\$ 30.000	\$ 90.000
Base de ruedas para transporte de canecas	12	\$ 25.000	\$ 300.000
Escritorios	2	\$ 200.000	\$ 400.000
Extintor	2	\$ 50.000	\$ 100.000
Camilla primeros auxilios	1	\$ 150.000	\$ 150.000
botiquín primeros auxilios	3	\$ 170.000	\$ 510.000
Canecas 55 galones plástica	12	\$ 180.000	\$ 2.160.000
Kit de herramienta	2	\$ 150.000	\$ 300.000
papelera	1	\$ 40.000	\$ 40.000
Computador	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Camioneta	1	\$ 60.000.000	\$ 60.000.000
Instalación automatización	2	\$ 4.758.000	\$ 9.516.000
Elementos de protección personal	5	\$ 150.000	\$ 750.000
<b>Total, inversión</b>			<b>\$ 95.966.000</b>

*Nota.* Costos estimación clase cinco, Autoría propia.

### 9.3. Costo de operación

A continuación, se presentan los costos operacionales que deberá asumir la empresa una vez esté en funcionamiento la empresa, donde se incluyen los costos de material, de trabajo y otros generales como la energía eléctrica, impuestos, entre otros.

Tabla 17.

#### *Costos operacionales*

Descripción	Valor compra	Vida útil	Depreciación
Troqueladoras	\$ 120.000.000	10	\$ 12.000.000
Troqueles bisagra	\$ 10.000.000	10	\$ 1.000.000
Troqueles soporte tipo escuadra	\$ 3.000.000	10	\$ 300.000
Sillas de trabajo	\$ 90.000	3	\$ 30.000
Base de ruedas para transporte de canecas	\$ 300.000	3	\$ 100.000
Escritorios	\$ 400.000	3	\$ 133.333
Extintor	\$ 100.000	3	\$ 33.333
Camilla primeros auxilios	\$ 150.000	3	\$ 50.000
botiquín primeros auxilios	\$ 510.000	3	\$ 170.000
Canecas 55 galones plástica	\$ 2.160.000	3	\$ 720.000
Computador	\$ 1.000.000	3	\$ 333.333
Camioneta	\$ 60.000.000	5	\$ 12.000.000
Herramientas de trabajo	\$ 300.000	3	\$ 100.000
Demarcación de planta	\$ 2.000.000	1	\$ 2.000.000
Materiales de mantenimiento	\$ 500.000	3	\$ 166.667
Mantenimiento	\$ 1.500.000		
Manejo y almacenamiento	\$ 1.300.000		
Superficie ocupada	\$ 4.500.000		
energía eléctrica	\$ 1.500.000		
Impuestos	\$ 12.000.000		
Intereses de la inversión	\$ 23.661.000		

*Nota.* Costos estimación clase cinco Autoría propia.

Se hallaron los costos variables de materia prima y mano de obra por unidad de fabricada de los productos que actualmente fabrica la empresa (soporte sencillo y doble para tubo de cortina incluida la bisagra y soporte diente de sierra) y los nuevos productos (bisagra y soporte tipo escuadra) y sus proyecciones a cinco años.

Tabla 18.

*Costos variables*

Costos Unitarios Materia Prima y mano de obra	Costo \$/unid
Soporte sencillo para tubo de cortina	\$ 308
Soporte doble para tubo de cortina	\$ 348
Soporte diente de cierra	\$ 278
Bisagra	\$ 318
Soporte tipo escuadra	\$ 288

*Nota.* Costos estimación clase cinco, Autoría propia.

Para hallar el costo variable para cinco años se tuvo en cuenta la proyección del año 0 identificado para cada producto en las figuras (49-53) de las páginas (56-58) y basados en esa proyección anual se realizaron las proyecciones para cinco años de las ventas.

Tabla 19.

*Proyección de ventas para cinco años*

<b>Costos Unitarios Materia Prima y mano de obra</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Total</b>
Soporte sencillo para tubo de cortina	\$ 308	\$ 319	\$ 342	\$ 381	\$ 439	\$ 1.789
Soporte doble para tubo de cortina	\$ 348	\$ 361	\$ 387	\$ 430	\$ 496	\$ 2.021
Soporte diente de cierra	\$ 278	\$ 288	\$ 309	\$ 344	\$ 396	\$ 1.615
Bisagra	\$ 318	\$ 329	\$ 354	\$ 393	\$ 453	\$ 1.847
Soporte tipo escuadra	\$ 288	\$ 298	\$ 320	\$ 356	\$ 410	\$ 1.673

*Nota.* Autoría propia.

Luego de hallar las proyecciones de venta para cinco años se procedió a multiplicar por el costo variable por unidad para cada producto y se obtuvieron los costos variables anuales para cinco años presentados continuación.

Tabla 20.

*Costo variable para cinco años*

Costos Unitarios Materia Prima y mano de obra	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 5	Total
Soporte sencillo para tubo de cortina	\$ 190.972.320	\$ 204.969.827	\$ 236.117.924	\$ 291.935.890	\$ 387.405.277	\$ 6.443.419.801	\$ 7.754.821.039
Soporte doble para tubo de cortina	\$ 45.942.960	\$ 49.310.395	\$ 56.803.815	\$ 70.232.162	\$ 93.199.607	\$ 1.550.118.772	\$ 1.865.607.711
Soporte diente de sierra	\$ 33.435.616	\$ 35.886.313	\$ 41.339.751	\$ 51.112.414	\$ 67.827.286	\$ 1.128.120.087	\$ 1.357.721.467
Bisagra	\$ 100.790.418	\$ 108.177.952	\$ 124.617.140	\$ 154.076.467	\$ 204.462.824	\$ 3.400.675.947	\$ 4.092.800.748
Soporte tipo escuadra	\$ 104.341.248	\$ 111.989.044	\$ 129.007.381	\$ 159.504.556	\$ 211.666.016	\$ 3.520.481.206	\$ 4.236.989.451
Total costo anual	\$ 475.482.562	\$ 510.333.532	\$ 587.886.012	\$ 726.861.488	\$ 964.561.009	\$ 16.042.815.813	\$ 19.307.940.416

*Nota.* Costos estimación clase cinco, Autoría propia.

**9.4. Estado de resultados**

En el estado de resultados, se presenta el pyg para los cinco años que se proyectaron en las ventas de la empresa IHCZ, con este cálculo se puede determinar que la empresa recupera la inversión inicial y adicional presenta utilidad desde el primer año.

Tabla 21.

*Pyg empresa HICZ*

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
<b>Total ingresos</b>	<b>\$ 828.279.810</b>	<b>\$ 887.669.799</b>	<b>\$ 1.029.798.937</b>	<b>\$ 1.318.786.474</b>	<b>\$ 1.926.575.421</b>	<b>\$ 5.991.110.442</b>
Costo variable total	-\$ 475.482.562	-\$ 510.333.532	-\$ 587.886.012	-\$ 726.861.488	-\$ 964.561.009	-\$ 3.265.124.603
Costo fijo total	-\$ 95.966.000	-\$ 20.406.000	-\$ 21.901.678	-\$ 24.353.235	-\$ 28.054.057	-\$ 190.680.971
Amortizacion	-\$ 29.136.667	-\$ 29.136.667	-\$ 29.136.667	-\$ 29.136.667	-\$ 29.136.667	-\$ 145.683.333
ICA	-\$ 9.144.209	-\$ 9.799.875	-\$ 11.368.980	-\$ 14.559.403	-\$ 21.269.393	-\$ 66.141.859
<b>Resultado operativo</b>	<b>\$ 218.550.372</b>	<b>\$ 317.993.726</b>	<b>\$ 379.505.600</b>	<b>\$ 523.875.682</b>	<b>\$ 883.554.296</b>	<b>\$ 2.323.479.676</b>
Impuesto ganancias	-\$ 69.936.119	-\$ 101.757.992	-\$ 121.441.792	-\$ 167.640.218	-\$ 282.737.375	-\$ 743.513.496
intereses inversion inicial	-\$ 32.801.179	-\$ 32.801.179	-\$ 32.801.179	-\$ 32.801.179	-\$ 32.801.179	-\$ 164.005.894
<b>Resultado Final</b>	<b>\$ 115.813.074</b>	<b>\$ 183.434.555</b>	<b>\$ 225.262.629</b>	<b>\$ 323.434.285</b>	<b>\$ 568.015.742</b>	<b>\$ 1.415.960.285</b>
Reversion amortizacion	\$ 29.136.667	\$ 29.136.667	\$ 29.136.667	\$ 29.136.667	\$ 29.136.667	\$ 145.683.333
Inversion inicial	-\$ 95.966.000					-\$ 95.966.000
<b>Flujo de fondos</b>	<b>-\$ 95.966.000</b>	<b>\$ 144.949.741</b>	<b>\$ 212.571.222</b>	<b>\$ 254.399.296</b>	<b>\$ 352.570.952</b>	<b>\$ 597.152.409</b>
						<b>\$ 1.561.643.619</b>

*Nota.* Autoría propia.

**9.5. Flujo de caja**

De acuerdo con el estado de resultados, se presenta el flujo de caja para los cinco años proyectados:

Tabla 22.

*Flujo de caja empresa IHCZ*

FF neto de la inversion	-95966000	144949741	212571221,5	254399295,6	352570951,6	597152409	
Periodos	0	1	2	3	4	5	
tasa de costo capital	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	
FF neto descontado	-95966000	\$ 107.370.178,51	\$ 116.637.158,59	\$ 103.398.585,84	\$ 106.147.911,55	\$ 133.173.049,95	\$ 239.320.961,50
FF acumulado neto descontado	-95966000	\$ 11.404.178,51	\$ 224.007.337,10	\$ 220.035.744,43	\$ 209.546.497,39	\$ 239.320.961,50	

*Nota.* Autoría propia.

**9.6. Balance general**

A continuación, se muestra el balance general de la empresa donde se refleja la situación económica de la empresa una vez se ponga en marcha la propuesta y se evidencia que existe similitud entre el total de los activos y el total del pasivo más el capital o patrimonio.

Tabla 23

*Balance General empresa IHCZ*

<b>Activos circulantes</b>		<b>Pasivos circulantes</b>	
Caja	\$ 500.000	Proveedores	\$ 6.000.000
Bancos	\$ 3.000.000	Documentos por pagar	\$ 2.250.000
Clientes	\$ 9.000.000	Acreedores diversos	\$ 1.850.000
Inventarios de materia prima	\$ 4.500.000	Impuestos por pagar	\$ 2.600.000
Inventarios de producto terminado	\$ 13.500.000	Total, pasivos	\$ <b>12.700.000</b>
Cuentas por cobrar	\$ 12.500.000		
Total	\$ <b>43.000.000</b>	<b>Pasivo fijo</b>	
		Créditos bancarios	\$ <b>8.000.000</b>
<b>Activo fijo</b>		<b>Capital contable</b>	
Máquinas (troqueladoras)	\$ 68.000.000	Capital inicial	\$ 93.000.000
Moldes troqueles	\$ 25.000.000	Resultados del ejercicio	\$ 22.300.000
Total	\$ <b>93.000.000</b>	Total, capital	\$ <b>115.300.000</b>
Total, activos	\$ <b>136.000.000</b>	Total, pasivos más capital	\$ <b>136.000.000</b>

*Nota.* Autoría propia.

**9.7. Evaluación financiera**

Se evaluó la viabilidad del proyecto realizando el VPN, la TIR, la PRI y el CAUE con base a los datos arrojados por el estudio financiero, con el objetivo de mostrar la rentabilidad de la implementación de la propuesta. A continuación, se muestra cada una de las cifras halladas a la moneda COP hoy en día.

Tabla 24

*Evaluación financiera del proyecto*

Indicadores financieros	
Indicador	Resultados
VPN (valor presente neto)	\$ 303.705.130,96
TMAR (tasa mínima de aceptable de rentabilidad)	32,98%
TIR (tasa interna de retorno)	99%
PRI (periodo de recuperación de la inversión)	18,48 meses
CAUE (costo anual uniforme equivalente)	<b>\$ 109.798.997,88</b>

*Nota.* Autoría propia.

La tasa interna de retorno del 99% indica que es rentable para el dueño de la empresa IHCZ implementar la propuesta presentada mediante la presente investigación para mejorar la productividad y disminuir costos. Se logro identificar que la inversión inicial de \$95.966.000 se recuperara en un plazo máximo de 19 meses y terminados los cinco años de plazo de la deuda se calcula una utilidad neta de \$610.138.441, teniendo en consideración que los costos con los que se realizó el cálculo de los indicadores de evaluación corresponden a la clasificación clase cinco de la AACE.

## 10 conclusiones

Teniendo en cuenta los resultados de la investigación realizada para el modelo conceptual de productividad en la empresa IHCZ, se concluye lo siguiente:

En el diagnóstico realizado en la empresa IHCZ, se identificaron puntos críticos en los proveedores, las entradas, el proceso y salidas de la empresa, dada la información recolectada se concluyó que afectaban significativamente la productividad de la empresa.

En el análisis de mercado se identificaron los factores internos y externos de la empresa, se determinó que cuenta con un balance estratégico significativo dado que las fortalezas y oportunidades representan el 53% y las debilidades y amenazas el 47%. En la realización del estudio de mercado, se determinó que el producto estrella de la empresa (Soporte doble y sencillo para tubo de cortina) tiene una tendencia a desaparecer del mercado en un 38,24% debido a los diferentes productos sustitutos, como lo son los soportes para cortinas blackout. También se determinó que actualmente los potenciales clientes de los productos que fabrica la empresa se encuentran ubicados en los estratos 1 y 2 de Bogotá con un 62%, por lo tanto, se pueden habilitar estrategias de marketing en estas zonas, aprovechando que el 89,94% de la población vive en inmueble propio y es más probable que adquiera los productos para adecuar su hogar. El grado de significancia de los datos del estudio (análisis ANOVA) indica que los datos son confiables.

En el desarrollo de la identificación de los costos de obtención de materia prima, se tuvieron en cuenta tres alternativas: compra de materia prima nueva, importación de materia prima reutilizada y obtención de materia prima de las empresas manufactureras del sector metalmecánico en la ciudad de Bogotá, y se concluyó que la alternativa de menor costo es la obtención de materia prima de empresas manufactureras reduciendo los costos en un 77% con respecto a los costos de las otras dos alternativas.

En el desarrollo de la caracterización del área productiva se realiza la correspondiente proyección de ventas para los productos que actualmente fabrica la empresa y los nuevos productos, donde se concluye que para el 2020 la empresa tendrá una alta demanda de producción, luego se calcula la capacidad de la empresa, y se determina que se requiere de más personal de operación para soportar la demanda. En el análisis de la mejor alternativa de localización se evaluaron las siguientes: Municipio de Socha, Municipio de Mosquera y Bogotá zona industrial Ricaurte, y se concluyó que la mejor alternativa es ubicar a la empresa en Bogotá zona Industrial Ricaurte dado que es la zona más cercana a las nuevas empresas proveedoras de lámina, hay

suficiente mano de obra disponible, es cercano al mercado identificado en el análisis y se tienen todos los servicios básicos para la fabricación de los productos, estos factores prevalecen sobre el alto costo del arriendo en esta zona.

Mediante el análisis de la distribución de planta y evaluación de los ocho factores evaluado, se concluye una distribución de planta cubica de 276 metros cuadrados, los accesos a los puestos de trabajos, suficiente espacio para el flujo de materiales y movimiento de operarios dentro de la planta, puerta de acceso cerca de las áreas de almacenamiento y especificaciones de distancia de cada proceso dentro de la planta, incluyendo los pasillos, reduciendo así el número de pasos y tiempo un 27,4%.

Se concluye a través del análisis de seguridad en la planta que en las máquinas troqueladoras se presenta un riesgo laboral nivel II según la matriz de riesgos, ocasionado por lesiones de aplastamiento en el dedo pulgar de la mano, y para corregirlo o mitigarlo se realiza un mapa de riesgos de la nueva distribución de planta, también se analizan los costos de automatizar el accionamiento de la máquina como alternativa de solución, y para conocimiento de la empresa se analizan los costos de indemnización por pérdida de movilidad o amputación del dedo pulgar.

Basados en las cifras del estudio financiero se concluye que la recuperación de la inversión se hará en un plazo de 19 meses y es una propuesta rentable para la empresa como lo indica la tasa interna de retorno del 99% de la inversión de \$95.966.000.

Finalmente se concluye haber realizado un modelo conceptual de producción para la *mypime* metalmecánica con indicadores que demuestran que la productividad si aumentará con la implementación de la propuesta disminuyendo costos hasta en un 77%, tiempo 27.4% y aumentando las ventas.

## 11. Recomendaciones

Teniendo en cuenta las conclusiones de la presente investigación, se recomienda a la empresa IHCZ las siguientes alternativas:

Dada la tendencia a desaparecer del producto estrella de la empresa por los productos sustitutos en el mercado, se recomienda empezar a fabricar nuevos productos de ferretería, con el fin de empezar ampliar el catálogo de productos y así extenderse a nuevos mercados, para no quedar sin alternativas cuando la demanda del producto estrella empiece a disminuir significativamente. También se recomienda realizar estrategias de marketing en la población de estratos 1 y 2 del sur occidente de Bogotá.

Seguir obteniendo la lámina reutilizada de las empresas manufactureras del sector metalúrgico para disminuir los costos de obtención en un 77% con respecto al costo de la lámina nueva y para disminuir la escasez de materia prima y la falta de proveedores, el grupo de investigación proporciona un listado de dieciocho empresas metalmecánicas con dirección y número de contacto, como posibles proveedores de lámina cold rolled reutilizada.

Contratar más mano de obra para cumplir con la demanda pronosticada para el año 2020.

Considerar el traslado de la planta a la zona industrial de Ricaurte en la ciudad de Bogotá D.C. para estar más cerca del mercado y de las empresas proveedoras de la lámina reutilizada, en esta zona también se encuentra suficiente mano de obra disponible, lo cual disminuye significativamente los costos y aumenta la productividad de la empresa. Tener en cuenta un área de mínimo 276 metros cuadrados para una adecuada distribución de planta, flujo de materiales y movimiento de operarios dentro de la planta, puerta de acceso cerca de las áreas de almacenamiento y especificaciones de distancia de cada proceso dentro de la planta, incluyendo los pasillos.

Utilizar el mapa de riesgos presentado en la figura 89 de la página 122 en la nueva distribución de planta presentada en figura 87 de la página 114 y considerar la automatización del accionamiento de la máquina troqueladora, donde se presentan los accidentes por lesión en el dedo pulgar de la mano, dado que los costos de indemnización por pérdida de movilidad o amputación del dedo pulgar son mayores a los costos de automatización.

Basados en la evaluación financiera se recomienda al propietario de IHCZ implementar la propuesta realizada en la presente investigación, ya que de \$95.966.000 invertidos recibirá una rentabilidad del 99% a un periodo de 19 meses y una vez cancelada la deuda un valor presente neto de \$610.138.441.

## Glosario

**Insumos:** Contemplan todas las materias primas utilizadas para la fabricación de un producto elaborado.

**Suministros:** Elementos requeridos por la empresa para la realización de su actividad.

**Proceso:** Interacción de entradas que se transforman para conseguir una salida o producto final.

**Equipo productivo:** Conjunto de recursos materiales (bienes) que posee una empresa destinados a participar en su proceso de producción.

**Organización:** Estructura organizativa y sistemática, creada para lograr metas u objetivos con el apoyo de personas.

**Control:** Es una de las etapas que forman el proceso administrativo, en la cual se puede tener una información más precisa de lo que sucede.

**Cold rolled (CR):** es el resultado del proceso de laminación en frío de bobinas laminadas en caliente, donde se obtienen espesores más delgados. El CR tiene una mayor aptitud al conformado y un mejor aspecto superficial.

**Índice de escasez:** está dado por la siguiente ecuación

$$\frac{\# \text{Toneladas de mp adquiridas en el mes}}{\# \text{Toneladas de mp requeridas para cumplir la demanda mensual}} \times 100 \quad (2)$$

**Índice de eficiencia de producción:**

$$\frac{\text{Unidades producidas en el mes}}{\text{Unidades programadas para producir en el mes}} \times 100 \quad (7)$$

**Piezas terminadas en crudo:** Son las piezas dobladas que aún no han pasado por los procesos tercerizados (cromado, zincado o pintura electrostática).

**Proceso tercerizado o subcontratado:** es una práctica llevada a cabo por una empresa cuando contrata a otra firma para que preste un servicio que, en un principio, debería ser brindado por ella misma.

### Referencias

- Ambiente, S. d. (s.f de s.f de s.f). Obtenido de [http://www.ambientebogota.gov.co/documents/10157/224727/guia\\_metalmecanica.pdf](http://www.ambientebogota.gov.co/documents/10157/224727/guia_metalmecanica.pdf)
- Araceli, A. F. (2012). *Administración y mejora continua* . Mexico: Mc Graw Gill.
- Baca Ubina, G. (2013). *Evaluación de proyectos*. México: Mc Graw Gill.
- Colombiana, N. t. (s.f.). *Norma tecnica colombiana*. Obtenido de [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello\\_ambiental\\_colombiano/NTC\\_6034\\_-\\_Etiquetas\\_Ambientales\\_Tipo\\_I.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/NTC_6034_-_Etiquetas_Ambientales_Tipo_I.pdf)
- DANE. (2020). *Indicadores economicos*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/67-espanol/servicios-dane/indicadores-economicos>
- DANE. (S.F. de S.F. de S.F.). *DANE*. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol\\_PIB\\_IITrim19\\_produccion\\_y\\_gasto.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_IITrim19_produccion_y_gasto.pdf)
- Defensoria.gov. (2000). *Ley 590 del 2000*. Obtenido de [https://www.defensoria.gov.co/public/Normograma%202013\\_html/Normas/Ley\\_590\\_2000.pdf](https://www.defensoria.gov.co/public/Normograma%202013_html/Normas/Ley_590_2000.pdf)
- Deming, W. E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*. Madrid: Cambringe University Press.
- DNP, P. w. (12 de Marzo de 2020). *Departamento nacional de planeación* . Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-empresarial/comercio-exterior-e-inversion-extranjera/Paginas/estadisticas.aspx>
- Dominguez Machuca, J. A. (1995). *Dirección de operaciones: aspectos tacticos y operativos en la producción y los servicios*. Madrid: Mc Graw Hill.
- EAM, D. . (23 de Agosto de 2019). *Departamento nacional de desarrollo*. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-empresarial/Paginas/industria.aspx>
- Estadístico, D. a. (Marzo de 2020). *DANE*. Recuperado el 04 de Abril de 2020, de <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/productividad/bol-productividad-cuentas-nal-2019.pdf>
- Gallo Gallo, J. A. (31 de Marzo de 2016). *Repositorio universidad sergio arboleda*. Obtenido de <https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/784/Dise%C3%B1o%20de%20un%20modelo%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20la%20producci%C3%B3n%20en%20la%20empresa%20Induplas%20sa>

- 0de%20un%20modelo%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20la%20producci%C3%B3n%20en%20la%20Empresa%20INDUPLAS%20S.A..pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Herbas Contreras, J. (04 de Febrero de 2020). *Academia.edu*. Obtenido de Metodos de localizacion para un proyecto método cualitativo por puntos: [https://www.academia.edu/5288401/METODOS\\_DE\\_LOCALIZACION\\_PARA\\_UN\\_PROYECTO\\_M%C3%89TODO\\_CUALITATIVO\\_POR\\_PUNTOS](https://www.academia.edu/5288401/METODOS_DE_LOCALIZACION_PARA_UN_PROYECTO_M%C3%89TODO_CUALITATIVO_POR_PUNTOS)
- Hurtado de Barrera, J. (2000). *Metodlogia de la investigación holística*. Caracas: Fundación Sypal. icontec. (s.f de s.f de s.f). *Icontec*. Obtenido de <https://www.icontec.org/>
- International, A. (31 de Julio de 2019). *AACEI.org*. Obtenido de [http://web.aacei.org/docs/default-source/toc/toc\\_96r-18.pdf?sfvrsn=10](http://web.aacei.org/docs/default-source/toc/toc_96r-18.pdf?sfvrsn=10)
- Maps, G. (S.F. de S.F. de S.F.). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Parque+Industrial+San+Jorge/@4.7145352,-74.2432435,15.15z/data=!4m12!1m6!3m5!1s0x8e3f7821e7507bb3:0x9396bb0d9a98cc19!2sParque+Industrial+San+Jorge!8m2!3d4.714268!4d-74.24182!3m4!1s0x8e3f7821e7507bb3:0x9396bb0d9a98cc19!8m2>
- Marinpistachia, A. (20 de Abril de 2020). *Calculadora de indemnización por accidente de trabajo o enfermedad*. Obtenido de <https://www.marinpistachia.com/calculadora-indemnizacion-accidente-trabajo/>
- Minambiente. (s.f.). *Minambiente*. Obtenido de [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello\\_ambiental\\_colombiano/NTC\\_6034\\_-\\_Etiquetas\\_Ambientales\\_Tipo\\_I.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/NTC_6034_-_Etiquetas_Ambientales_Tipo_I.pdf)
- Mintrabajo. (25 de Abril de 2020). *Manual único para la calificación de la perdida de la capacidad laboral y ocupacional*. Obtenido de <file:///C:/Users/GINAP/Downloads/Manual%20Unico%20de%20Calificaciones%20Decreto.pdf>
- Muther, R. (1970). *Diseño de plantas*. Barcelona: McGraw Hill.
- Olavarieta de la Torre, J. (1999). *Conceptos generales de productividad, sistemas, normalización y competitividad para la pequeña y mediana empresa*. Ciudad de México: D.R. Universidad Iberoamericana.
- Pachon Ruiz, D. (21 de Agosto de 2015). *Diseño de operación y operaciones para manufactura en orfebrería*. Obtenido de Repositorio universidad sergio arboleda:

<https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/763/Dise%C3%B1o%20de%20un%20sistema%20de%20producci%C3%B3n%20y%20operaciones%20para%20manufactura%20en%20orfebrer%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Patarroyo Ostos, W. F. (31 de Marzo de 2016). *Repositorio universidad sergio arboleda*. Obtenido de Diseño de un modelo de gestión de la producción en la empresa Induplas sa :

<https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/784/Dise%C3%B1o%20de%20un%20modelo%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20la%20producci%C3%B3n%20en%20la%20Empresa%20INDUPLAS%20S.A..pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Planeación, D. N. (2003). *Colaboración.dnp.gov*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/metalmecanica.pdf> propia, F. (s.f.).

Vilcarrero Ruiz, R. (2013). *La gestión en la producción*. Obtenido de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1321/1321.pdf>

Zamora Crespo, J. C. (21 de Agosto de 2015). *Diseño de producción y operaciones para manufactura*. Obtenido de Repositorio universidad sergio arboleda:

<https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/763/Dise%C3%B1o%20de%20un%20sistema%20de%20producci%C3%B3n%20y%20operaciones%20para%20manufactura%20en%20orfebrer%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## Anexos

### Anexo A. Análisis microentorno

A continuación, se presentan las operaciones realizadas para hallar la demanda efectiva soporte doble (tabla1), demanda efectiva soporte sencillo (tabla2), demanda de la empresa para el soporte doble (tabla3) y demanda de la empresa para soporte sencillo (tabla4).

<i>Demanda efectiva soporte doble para tubo de cortina</i>			
N (usuarios)	V (soportes/compra)	F (compras/año)	P (\$/SD)
2	\$5.000	12	1000
Valor de la demanda (NxVxFxP):		\$120.000.000/ año	

<i>Demanda efectiva soporte sencillo para tubo de cortina</i>			
N (usuarios)	V (soportes/compra)	F (compras/año)	P (\$/SD)
2	\$ 20.000	12	500
Valor de la demanda (NxVxFxP):		\$240.000.000/año	

<i>Demanda de la empresa para el soporte doble</i>		
Demanda antes calculada para el mercado	% de participación	Demanda de la empresa (\$/año)
\$ 120.000.000	0,2	\$ 24.000.000

<i>Demanda de la empresa para el soporte sencillo</i>		
Demanda antes calculada para el mercado	% de participación	Demanda de la empresa (\$/año)
\$ 240.000.000	0,3	\$ 72.000.000

## Anexo B. Encuesta para el estudio de mercado

En el presente anexo se encuentra la encuesta (páginas 1,2 y 3) realizada para la identificación del mercado y posterior identificación de nuevos mercados y nuevas estrategias de marketing.

### Tipo de cortina más utilizado

Las respuestas de este cuestionario son para fines estrictamente académicos, gracias por su colaboración.

1. ¿En qué estrato socioeconómico se encuentra?

*Marca solo un óvalo.*

- 1  
 2  
 3  
 4 o más

2. Usted vive en inmueble

*Marca solo un óvalo.*

- Propio  
 Arrendado

3. ¿Usted tiene contemplado comprar un inmueble?

*Marca solo un óvalo.*

- Sí  
 No

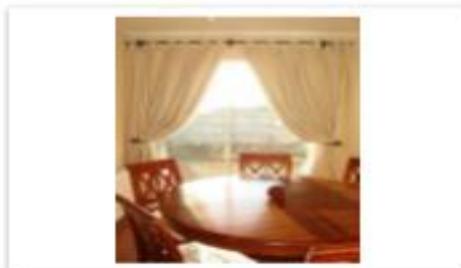
4. ¿Qué factores tiene en cuenta en el momento de comprar el tipo de cortina para su inmueble?

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Precio  
 Durabilidad  
 Moda  
 Facilidad de instalación  
 Facilidad de limpieza  
 Facilidad de compra

5. Si usted adquiere un nuevo inmueble, ¿qué tipo de sistema de cortina implementaría?

Marca solo un óvalo.



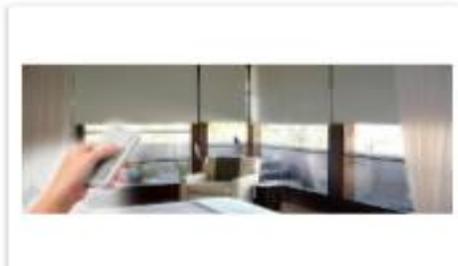
Cortina de tela para tubo



Persiana



Cortina tipo Blackout (sistema moderno)



Cortina automática

6. ¿Alguna vez ha comprado soporte para tubo de cortina?



Marca solo un óvalo.

- Sí  
 No

7. Si su respuesta anterior fue sí, ¿con qué frecuencia lo ha hecho ?

Marca solo un óvalo.

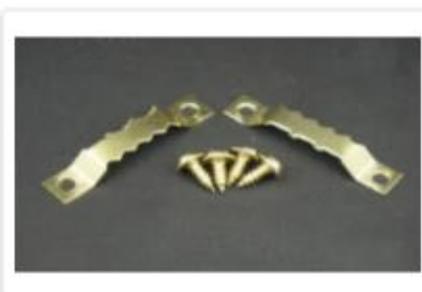
- Una sola vez
- Cada 5 años
- Cada 2 años
- Cada año
- Cada 6 meses
- Cada mes

8. De los productos a continuación ¿cuál ha comprado?

Selecciona todos los que correspondan.



Bisagras



Soporte diente de cierra para marcos



Escuadra soporte



Soporte para persiana tipo fascia

Ninguno



Realizado por: Jorge Eliecer Carmona Zuleta				Autorizado por: Gina Paola Soto Mejia				Fecha: 5/2/2020							
Diagrama comienza: desde la orden para cargar el retal de cold rolled				Diagrama		Actual		X		Propuesto					
Diagrama termina: almacenamiento de producto terminado						Hombre				Material					
Proceso: Fabricación del soporte doble para tubo de aluminio															
Observaciones: Los tiempos tomados para este diagrama de flujo, son para 10.000 unidades del soporte dobles															
N	Descripción	○	↓	□	◇	▽	Distancia (m)	Tiempo (min)	Posibilidad					Observaciones	
									Eliminar	Mejorar	Personal	Secuencia	Maquina		
1	Recibir la aprobación para recoger el material reutilizable (retal de lámina cold rolled)						0	3							
2	Contratar un camión con capacidad de 8 t						0	10		X				X	Contratar un camión de modelo mas reciente
3	Recorrido del camión, desde IHCZ (Soacha) hasta la empresa Colvinsa (parque industrial San Jorge Mosquera)						26.000	90							
4	Revisión de la afiliación a la ARL, en la empresa Colvinsa						0	30		X					Coordinar con la empresa para reducir este tiempo
5	Pesaje del camión desocupado						0	15							
6	Cargue del material (mínimo 8 t y máximo 10t)						10	240							
7	Pesaje del camión con el material						10	15							
8	Transporte del material desde la empresa Colvinsa hasta la empresa IHCZ						26.000	120					X		Con un camión de modelo mas reciente se puede disminuir este tiempo
9	Descargue del material en la empresa IHCZ						12	300		X			X		Adquirir un gato hidráulico de 3t
10	Acomodación del retal de lámina al lado izquierdo de la maquina de 50 ton						1	150					X		Reducir este tiempo utilizando un gato hidráulico
11	Corte de las figuras del soporte doble						0	1920							
12	Inspección en el corte y clasificación de las figuras, para cromado o pintura electrostática						0	60			X				El operario debe de estar capacitado para hacer la el proceso de corte bien
13	Depositar figuras en los recipientes plásticos (promedio de 1.000 unidades)						0	60		X	X		X		Las figuras se deben apilar
14	Ubicación de los recipientes con las figuras al lado derecho de la maquina de 15 ton						4	10							
15	Doblaje de las figuras (terminadas en crudo)						0	1440		X			X		Automatizar este proceso
16	Segunda inspección y clasificación para cromado o pintura electrostática						0	30							
17	Empaque de soportes en lonas por 300 unidades						0	40							
18	Transporte de lonas (mínimo 10.000 unidades) a las empresas de decapado, cromado o pintura electrostática						15.000	60			X				Transportar mínimo 15.000 uní
19	Descargue de los soportes en las plantas						2	15							
20	Decapado de los soportes (cromado o pintura)						2	2667							
21	Recogida de los soportes en las diferentes plantas de decapado						2	15							
22	Transporte de los soportes a la planta de armado y empacado						15.000	60		X					Adecuar un área de armado dentro de la planta
23	Descargue de los soportes en la planta de IHCZ						4	20							
24	Armado de los soportes con las abrazaderas y tornillos						0	2600			X				Especializar a la persona en esta actividad
25	Tercera inspección de los soportes						0	60							
26	Empaque en bolsas por 20 unidades						0	480							
27	Almacenamiento en el área de producto terminado						2	30							

Realizado por: Jorge Eliecer Carmona Zuleta				Autorizado por: Gina Paola Soto Mejia				Fecha: 6/2/2020							
Diagrama comienza: desde la orden de compra de lámina nueva				Diagrama		Actual		X		Propuesto					
Diagrama termina: almacenamiento de producto terminado						Hombre				Material					
Proceso: Fabricación del soporte de dientes para marquetería (serrucho)															
Observaciones: Los tiempos tomados para este diagrama de flujo, son para 40.000 unidades del soporte de dientes (serrucho)															
N	Descripción	○	↓	□	▷	▽	Distancia (m)	Tiempo (min)	Posibilidad					Observaciones	
									Eliminar	Mejorar	Personal	Secuencia	Maquina		
1	Envío de la orden de compra por 1/2 ton de lamina nueva, a Láminas la octava (Ricaurte)						0	3							
2	Contratar un camión con capacidad de 1 ton						0	10		X			X		Contratar un camión de modelo mas reciente
3	Recorrido del camión, desde IHCZ (Soacha) hasta la empresa Láminas la octava (en la zona industrial de Ricaurte)						26.000	60							
4	Confirmar el peso y las medidas (1/2 ton de lámina nueva de 7cm de ancho por 1.2m de largo)						0	10		X					Coordinar con la empresa para reducir este tiempo
5	Cargue del material						2	15							
6	Transporte del material desde láminas la octava (Ricaurte) hasta IHCZ (Soacha)						26.000	60							
7	Descargue del material en la empresa IHCZ						4	15		X	X				Hacer capacitación de 5S para mantener organizado el área de trabajo
8	Acomodación la lámina al lado derecho de la maquina de 15 ton						2	20		X	X				Hacer capacitación de 5S para mantener organizado el área de trabajo
9	Corte de las figuras del soporte de dientes (serrucho)						0	430		X			X		Hacer LILA con una frecuencia de una hora durante el proceso
10	Inspección en el corte						0	20							
11	Depositar figuras en los recipientes plásticos (promedio de 10.000 unidades)						0	30		X					Diseñar un sistema para que se puedan apilar los serruchos y manipular mas fácil mente
12	Ubicación de los recipientes con las figuras al lado derecho de la maquina de 15 ton						1	10							
13	Doblaje de las figuras (terminadas en crudo)						0	1400			X		X		Automatizar este proceso
14	Segunda inspección						0	20							
15	Empaque de las serruchos en lonas por 5.000 unidades						0	20							
16	Transporte de lonas (mínimo 40.000 unidades) a las empresas de decapado químico zincado						3000	30							
17	Descargue de las abrazaderas en la planta de zincado						2	150							
18	Decapado químico (zincado) del serrucho						0	120		X	X				Se debe coordinar con la empresa de decapado químico (zincado), para que entreguen en máximo una semana después de la recesión de los serruchos
19	Recogida de los serruchos en la planta de decapado (zincado)						2	5							
20	Transporte de los serruchos a la planta IHCZ						3000	30							
21	Empaque de las serruchos en bolsas por 1.000 unidades						0	120							
22	Almacenamiento de producto terminado						3	30							

Realizado por: Jorge Eliecer Carmona Zuleta				Autorizado por: Gina Paola Soto Mejia				Fecha: 6/2/2020							
Diagrama comienza: desde acomodación de retal, al lado de la maquina				Diagrama		Actual		x		Propuesto					
Diagrama termina; Roscado de abrazadera						Hombre				Material					
Proceso: Fabricación de abrazadera interna del soporte para tubo de aluminio															
Observaciones: Los tiempos tomados para este diagrama de flujo, son para 20.000 unidades de abrazadera															
N	Descripción	○	↓	□	D	▽	Distancia (m)	Tiempo (min)	Posibilidad					Observaciones	
									Eliminar	Mejorar	Personal	Cambiar			
			Secuencia	Maquina											
1	Acomodación del retal de lámina (generado en el proceso de corte de los soportes), al lado derecho de la maquina de 15 ton						4	30							
2	Corte de las figuras de la abrazadera						0	990					X		Hacer LILA a la maquina con una frecuencia de una hora
3	Inspección en el corte de las figuras de la abrazadera						0	90							
4	Depositar figuras en los recipientes plásticos (promedio de 10.000 unidades)						0	30		X					Diseñar un sistema para que se puedan apilar las abrazaderas y manipular mas fácilmente
5	Ubicación de los recipientes con las figuras al lado derecho de la maquina de 15 ton						1	15							
6	Doblaje de las figuras (terminadas en crudo)						0	720			X		X		Automatizar este proceso
7	Segunda inspección						0	15							
8	Empaque de las abrazaderas en lonas por 5.000 unidades						1	15							
9	Transporte de lonas (mínimo 20.000 unidades) a las empresas de decapado químico zincado						3.000	30							
10	Descargue de las abrazaderas en la planta de zincado						2	150							
11	Decapado químico (zincado) de las abrazaderas						0	120		X	X				Se debe coordinar con la empresa de decapado químico (zincado), para que entreguen máximo una semana después de la recesión de las abrazaderas
12	Recogida de las abrazaderas en la planta de decapado						0	5							
13	Transporte de las abrazaderas a la planta de armado y empaclado						3.000	30							
14	Descargue de las piezas en la planta de IHCZ						10	10							
15	Roscado de la abrazadera para el tornillo 3/16						0	720				X	X		Automatizar este proceso
16	Ensamble de la pieza con el soporte						0	2600							